



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO E PESQUISA - POSGRAP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PPGECEMA



ROBERTO CARLOS DELMAS DA SILVA

REALIDADE AUMENTADA COMO INTERFACE PARA A APRENDIZAGEM DE
POLIEDROS DO TIPO PRISMAS

SÃO CRISTÓVÃO – SE
2019

ROBERTO CARLOS DELMAS DA SILVA

**REALIDADE AUMENTADA COMO INTERFACE PARA A APRENDIZAGEM DE
POLIEDROS DO TIPO PRISMAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Vasconcelos.

**SÃO CRISTÓVÃO – SE
2019**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S586r Silva, Roberto Carlos Delmas da Silva
Realidade aumentada como interface para a aprendizagem de poliedros do tipo prismas / Roberto Carlos Delmas da Silva; orientador Carlos Alberto Vasconcelos - São Cristóvão, 2019.
126 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Matemática – Estudo e ensino. 3. Poliedros. 4. Prismas. 5. Realidade aumentada. I. Vasconcelos, Carlos Alberto orient. II. Título.

CDU 37:514



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGECEMA



REALIDADE AUMENTADA COMO INTERFACE PARA A APRENDIZAGEM DE
POLIEDROS DO TIPO PRISMAS

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
22 DE FEVEREIRO DE 2019



PROF. DR. CARLOS ALBERTO DE VASCONCELOS



PROFA. DRA. ELISSANDRA SILVA SANTOS



PROF. DR. LAERTE SILVA DA FONSECA

Dedico este trabalho aos alunos e
professores que durante todos esses anos
de caminhada pedagógica me fizeram
aprender a aprender.

Obrigado meus aprendizes
e ensinantes!!!

“Deus dá vigor ao cansado e multiplica as forças ao que não tem nenhum vigor. Os jovens se cansarão e se fatigarão, e os jovens certamente cairão. Mas os que esperam no SENHOR renovarão suas forças e subirão como águias; correrão e não se cansarão; caminharão e não se fatigarão”.

Isaías 40. 29-31.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus porque “Até aqui nos ajudou o SENHOR” (1 Samuel 7.12). Ao mestre dos mestres, o Filho JESUS CRISTO, que não me deixou faltar inteligência e discernimento para a conclusão deste trabalho, até porque “Se lhe falta sabedoria, peça-a a Deus, que a todos dá liberalmente e não o lança em rosto; e ser-lhe-á dada” (Tiago 1.5).

Aos meus pais Aristácio Pereira da Silva (*In memoriam*) e Angela Maria Delmas da Silva por terem sido escolhidos pelo Criador e me gerado para fazer a diferença neste mundo. Meu pai que nos deixou tão cedo, ainda na minha adolescência, mas de uma forma ou de outra, com todo seu esforço, garantiu meus estudos iniciais e uma educação caseira, a qual falta a muitas crianças e jovens nos dias atuais. Minha querida e abençoada mamãe, sem palavras o que ela fez e ainda faz pelos seus filhos. Suas orações e grande esforço maternal me trouxeram até aqui. Deus é muito bom mesmo por ter me dado esta dádiva que é a minha progenitora. Obrigado, meus pais, por tudo!!!

À minha esposa e filhas pela paciência na minha impaciência e pelo amor que nos constrói em busca de melhorias para nossas vidas. Obrigado Michelle, Roberta e Rafaela Delmas. Papai está sendo um exemplo para vocês terem uma boa formação profissional neste mundo cada vez mais exigente.

Aos meus irmãos, que vieram ao mundo antes de mim, Rogério e Rosângela Delmas pela experiência de vida, orientações e apoio, tanto de perto quanto de longe. Sou inspiração para eles, porque os amo e lhes quero o melhor. Não esqueço da tentativa do meu “*brother*” em querer me ajudar a pagar uma Universidade aqui em Aracaju, mas era um assalariado que ajudava a minha família em Recife. Essa disposição em ajudar o próximo, que é um mandamento de Deus, não tem preço. Obrigado Papai do Céu pelos meus queridos irmãos!!!

Às minhas avós Zuleide e Nair Delmas (ambas *In memoriam*) que com muito amor me ajudaram a pagar meus estudos básicos. A todos os parentes que, de forma direta ou indireta, ajudaram-me nesse projeto acadêmico. Eternamente grato aos meus tios Jarbas e Lúcia de Miranda, pois me acolheram ainda na minha juventude em seu lar, sempre me apoiando, verdadeiros substitutos à altura de meus pais.

Aos meus sogros Edivaldo e Magna Barreto, estes, sem comentários, primeiro por me receber em sua casa como genro e, segundo, por serem bênçãos de Deus até hoje em meu casamento com sua filha. Sempre dispostos a ajudar, dá conselhos e estar presentes quando precisamos. Agradeço também a meus cunhados e cunhadas pelo apoio.

Aos meus ex-pastores Josehilton e Neide da Igreja Internacional da Graça de Deus, e em especial, aos pastores Vanderlei Duarte e Rafael, da nossa sede em Aracaju, por terem participado de um dos momentos decisivos do meu Mestrado. Aos irmãos em Cristo, amigos, colegas de trabalho, e de quem não lembrei, que colaboraram com a minha vitória. Glória a Deus!!!

Aos abençoados colegas do Mestrado Bruno, Elyton, Fábio, Josiane, Poliana, e todos os outros, com os quais aprendi bastante construindo juntos novos conhecimentos. Como também aos docentes e Secretaria do PPGECIMA, que muito contribuíram para minha formação.

Deixei por último um agradecimento à minha Banca de Qualificação e Defesa, e também aos meus amigos professores Márcio Giorgio e Marivalda Teles (tradutor e corretora textual, respectivamente), pois com seus olhares técnicos e precisos identificaram o que se podia melhorar pra que esta pesquisa tivesse um significado para nossa sociedade. Em especial, meu muito obrigado ao Prof. Dr. Carlos Alberto Vasconcelos, conterrâneo de Pernambuco, que me aceitou como seu orientando e, com muita paciência e sabedoria, conduziu com maestria mais esta formação acadêmica da minha vida. Um desafio e tanto não foi professor Carlos? Mas, valeu a pena!!!

No livro da minha vida escrito por Deus, esta é mais uma página, ou várias páginas, repleta(s) de muito significado, e vocês, com certeza, fizeram parte dela. Agradecido verdadeiramente!!!

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo compreender a utilização da Realidade Aumentada (RA) na aprendizagem de poliedros do tipo prismas. Foi desenvolvido com 32 discentes de uma Instituição Pública de Ensino, localizada em Aracaju-SE. Para alcançar o objetivo proposto, buscou-se: desenvolver uma sequência didática com discentes do 2º ano do Ensino Médio; aplicar um *software* de Realidade Aumentada a partir de dispositivos móveis; identificar a aprendizagem em poliedros prismas com o uso da Realidade Aumentada; e mensurar tecnicamente o aplicativo *Geometry-AR*. Metodologicamente, esta é uma pesquisa do tipo estudo de caso, sob a abordagem qualitativa, na qual os dados foram coletados através das técnicas de observação participante, questionários semiestruturados e desenvolvimento de uma sequência didática, além de um teste de usabilidade de *software* com os alunos. Como referencial teórico, esta pesquisa teve como suporte os estudos de Papert (2008), Valente (1997; 2005), Moreira e Masini (2001), Belloni (2005), Almeida e Valente (2011), Borba (2013; 2015), Bairral (2009), Tori (2010) e Vasconcelos (2017), dentre outros, que fundamentam a discussão sobre a utilização das tecnologias digitais (TD) no processo de aprendizagem, e, em específico, no contexto da aprendizagem matemática. Quanto aos resultados, esta pesquisa revelou que ainda são poucos os estudos que tratam da RA como recurso para o aprendizado de conteúdos de matemática; que um grande percentual de alunos do 2º ano do Ensino Médio nunca tinha estudado conceitos elementares da geometria espacial; que atividades experimentais despertam um maior interesse nos discentes para o estudo da geometria; e que uma parte considerável dos alunos considerou relevante a utilização do aplicativo de RA para aprendizagem dos prismas, bem como o uso das TD em outras disciplinas do currículo escolar.

Palavras-chave: Aprendizagem Matemática; Poliedros do Tipo Prismas; Realidade Aumentada; Tecnologias Digitais.

ABSTRACT

The present study aims to understand the use of Augmented Reality (RA) in polyhedra of prism type learning. It was developed with 32 students from a Public Education Institution, located in Aracaju-SE. To reach the proposed goal, we aimed to: develop a didactic sequence with students of the 2nd year of High School (10th Grade (sophomore)); applying Augmented Reality software from mobile devices; to identify learning in polyhedra prisms with the use of Augmented Reality; and measure the Geometry-AR application technically. Methodologically, this is a case study research, under the qualitative approach, in which data were collected through participant observation techniques, semistructured questionnaires and development of a didactic sequence, as well as a software usability test with students. As a theoretical reference, this research was supported by the studies of Valert (2007), Valente (1997, 2005), Moreira and Masini (2001), Belloni (2005), Almeida and Valente Bairral (2009), Tori (2010) and Vasconcelos (2017), among others, which base the discussion on the use of digital technologies (TD) in the learning process and, specifically, in the context of mathematical learning. Regarding the results, this research revealed that there are still few studies that deal with RA as a resource for learning mathematical content; that a large percentage of students in the second year of high school had never studied elementary concepts of spatial geometry; that experimental activities arouse a greater interest in the students for the study of geometry; and that a considerable part of the students considered relevant the use of the RA application for learning the prisms, as well as the use of TD in other disciplines of the school curriculum.

Keywords: Learning Mathematics; Prism type polyhedra; Augmented Reality; Digital Technologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface do <i>KTurtle</i>	35
Figura 2 - Interface do <i>Cabri Geom�tre II 1.0</i>	36
Figura 3 - Objeto educacional Fazenda do RIVED.....	37
Figura 4 - Exemplo de um poliedro.....	39
Figura 5 - Exemplos de poliedros.....	40
Figura 6 - Exemplo de um prisma e seus elementos.....	40
Figura 7 - Exemplos de um prisma reto e um oblíquo.....	41
Figura 8 - Prisma pentagonal.....	42
Figura 9 - Paralelepípedos reto e oblíquo.....	42
Figura 10 - Paralelepípedo reto retângulo e um cubo.....	43
Figura 11 - Prisma triangular e sua planificação.....	44
Figura 12 - O prisma hexagonal em RA.....	45
Figura 13 - O projeto CityViewAR.....	48
Figura 14 - Provador de roupas virtual.....	48
Figura 15 - RA na Medicina.....	49
Figura 16 - RA aplicada ao Turismo.....	49
Figura 17 – Jogo <i>Pokémon GO</i>	50
Figura 18 - Dodecaedro virtual e a relação de Euler.....	52
Figura 19 - Marcadores e a Pirâmide Triangular Regular na tela do computador.....	53
Figura 20 - Sólidos geométricos formados.....	53
Figura 21 - Ação do aplicativo a partir da leitura do cartão.....	54
Figura 22 - Colégio Estadual Barão de Mauá.....	59
Figura 23 - Aplicação do Teste de Sondagem aos discentes.....	61
Figura 24 - Aplicativo <i>Geometry-AR</i>	62
Figura 25 - Aplicativo <i>Geometry-AR</i> apresentando o prisma octogonal com suas arestas, faces e vértices.....	62
Figura 26 - Aplicativo <i>Geometry-AR</i> com quest���es sobre sólidos.....	63
Figura 27 - Marcador de RA do aplicativo <i>Geometry-AR</i>	63

Figura 28 - Professor-pesquisador explicando sobre RA.....	65
Figura 29 - Mapa conceitual do desenho da pesquisa na perspectiva de Bardin.....	67
Figura 30 - Confecção dos prismas pelos discentes.....	72
Figura 31 - Alunos respondendo questões pelo aplicativo na gincana.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Pesquisas relacionadas à Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem da Geometria Espacial.....	105
Quadro 2 - Quantitativo de vezes que cada item foi assinalado por questão.....	83
Quadro 3 - Média por questão na opinião dos discentes sobre o aplicativo <i>Geometry-AR</i>	84
Quadro 4 - Cálculo da média por questão e média geral do Teste de Usabilidade.....	126

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Formas de acesso à internet pelos discentes.....	60
Gráfico 2 - Opinião dos alunos sobre uso de aplicativos em sala de aula.....	77
Gráfico 3 - Opinião dos alunos sobre a RA em conteúdos de Matemática.....	79
Gráfico 4 - Comparativo de respostas dos alunos na distinção entre formas geométricas bidimensionais e tridimensionais.....	81

LISTA DE SIGLAS

ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

CG - Computação Gráfica

DEA - Diretoria de Educação de Aracaju

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IFS - Instituto Federal de Sergipe

MD – Material Didático

MEC - Ministério da Educação

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

MP –Metodologia de Projetos

NTIC - Novas Tecnologias da Informação e Comunicação

OCEM - Orientações Curriculares para o Ensino Médio

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PPGECIMA - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

PROFMAT - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional

PROINFO - Programa Nacional de Tecnologia Educacional

PROUCA - Programa Um Computador por Aluno

PUC-RJ - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

RA - Realidade Aumentada

RV – Realidade Virtual

RIVED - Rede Interativa Virtual de Educação da Secretaria de Educação Básica do MEC

SD - Sequência Didática

SEDUC/SE - Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe

TD - Tecnologias Digitais

TDIC - Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense

UFAL - Universidade Federal de Alagoas

UFG - Universidade Federal de Goiás

UFPA - Universidade Federal do Pará

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFS - Universidade Federal de Sergipe

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNESP - Universidade Estadual Paulista

USP - Universidade de São Paulo

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
SEÇÃO 1 - TECNOLOGIAS DIGITAIS E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA.....	23
1.1 Tecnologias Digitais e Sociedade.....	23
1.1.1 TD e/na Educação.....	25
1.1.2 Aprendizagem significativa mediada pelo uso das TD.....	29
1.2 Tecnologias Digitais e/na Aprendizagem Matemática.....	32
1.2.1 Fases das TD para a Aprendizagem Matemática.....	34
1.3 Estudo da Geometria Espacial.....	38
1.3.1 Poliedros do Tipo Prismas.....	39
1.4 Realidade Aumentada e/na Geometria Espacial.....	45
1.4.1 Definição de RA, Funcionamento e Aplicações.....	46
1.4.2 RA na Geometria Espacial.....	50
SEÇÃO 2 - O PROCESSO INVESTIGATIVO.....	55
2.1 Encaminhamento Metodológico e Objetivos.....	55
2.2 Campo Empírico, Sujeitos Colaboradores e Etapas da Pesquisa de Campo.....	58
2.3 Aplicativo de Realidade Aumentada e Sequência Didática.....	61
2.4 Tratamento e Análise dos dados da Pesquisa.....	65
SEÇÃO 3 - INTERSECÇÃO DOS DADOS EMPÍRICOS E TEÓRICOS.....	69
3.1 Atividades Matemáticas na Sequência Didática.....	70
3.2 Realidade Aumentada na Aprendizagem de Poliedros.....	75
3.3 Usabilidade do Aplicativo de Realidade Aumentada.....	81
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
REFERÊNCIAS.....	88
ANEXOS.....	94
APÊNDICES.....	104

INTRODUÇÃO

As Tecnologias Digitais (TD) são dinâmicas, apresentando novidades e adentrando, com suas diversas funcionalidades, em variados setores da sociedade. O grande desenvolvimento das TD proporcionou celulares que deixaram de realizar somente ligações, transformando-os em aparelhos multifuncionais, denominados de *smartphones* (telefones inteligentes). Por meio da internet rápida, já popularizada em alguns países, os *smartphones* enviam mensagens de texto e audiovisuais, permitem acesso às redes sociais, gravam e editam vídeos, disponibilizam *games*, dentre outras funcionalidades, proporcionando aos seus usuários uma experiência de interatividade múltipla. Essa multifuncionalidade é proporcionada pelos aplicativos, *Applications (Apps)*, em inglês¹.

Mais recentemente, alguns aplicativos estão trazendo, em suas especificidades, a Realidade Aumentada (RA), também conhecida como realidade mista, que faz parte do objeto de estudo desta pesquisa. Pode-se definir a RA como a sobreposição de objetos virtuais (textos, sons, imagens, objetos 3D²) num ambiente real em tempo real, gerados por computador, e visualizados por meio de um dispositivo tecnológico digital, que pode ser um monitor, um capacete, um dispositivo móvel (*smartphone, tablet*). Segundo Romero Tori apud Couto et al. (2016, p.75), a RA “não se refere a uma tecnologia especificamente, mas a um conceito de sistema que possibilita a coexistência de elementos do mundo real com outros gerados computacionalmente (virtuais)”. Para que um sistema seja considerado de RA, tem que atender a três características fundamentais conforme Azuma (2001), que são: combinar elementos reais e virtuais num ambiente real; possuir interatividade em tempo real; e registrar e alinhar elementos reais e virtuais entre si.

A RA, ainda pouco conhecida em outros setores da sociedade, “está em pleno desenvolvimento nos laboratórios de pesquisa, apresentando muito potencial de aplicação e ao mesmo tempo muitos desafios a superar e aprimoramentos a receber” (TORI, 2010, p. 157). Temos exemplos de aplicação da RA em setores, como: engenharia, arquitetura, *marketing* e medicina. Na Educação, Tori (2010, p. 169 - 172) traz alguns exemplos de RA: o Raio-X de RA; o Livro Mágico; e a Colaboração Aumentada.

No cotidiano escolar, é fato que os discentes possuem uma maior afinidade com os aparelhinhos que cabem na palma da mão, que até certo ponto, gera um desconforto para os

¹ Esses *Apps* são *softwares* instalados no sistema operacional do dispositivo digital móvel.

² Objetos 3D, ou tridimensionais, são aqueles que possuem três dimensões (comprimento, largura e altura), como uma caixa de sapatos, por exemplo.

docentes em sala de aula. Por um lado, essas tecnologias, especificamente os dispositivos móveis (*smartphones e tablets*), para muitos professores, é mais um obstáculo que constantemente atrapalham a aula. Mas, por outro, pode ser um grande aliado no processo de ensino-aprendizagem. Couto, Porto e Santos (2016) destacam que nos *smartphones* são encontrados vários aplicativos que podem ser usados para potencializar a criatividade e as autorias de alunos, professores e pesquisadores na produção de narrativas no ciberespaço. Complementando os autores, não só no ciberespaço esse potencial pode aflorar, como também em sala de aula com aplicativos que não dependem de conexão à internet.

Nesta perspectiva e fazendo um breve relato de minha trajetória profissional há vinte anos como Educador Matemático, deparei-me, na maioria das vezes, com algum tipo de TD aplicada a Educação. Mas, antes mesmo de me tornar um licenciado em Matemática, na própria formação inicial, as TD já se faziam presentes em algumas disciplinas, que eram complementadas com o uso do computador. Após a licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), já lecionando em Instituições Públicas de Ensino, nas Esferas Estadual e Municipal, em Aracaju, comecei a aplicar algum tipo de TD em sala de aula. Devido à falta ou limitação do uso da internet nas escolas, atividades com o uso de editores de texto, *slides* e planilhas eletrônicas eram desenvolvidas com os discentes em sala de aula. Foram momentos bastante prazerosos e significativos, pois, para a maioria dos alunos, era a oportunidade de conhecer e utilizar o computador pela primeira vez.

Prosseguindo nessa trajetória, comecei a me envolver ainda mais com as TD, participando de dois cursos de Especialização. O primeiro em Tecnologias em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), e em seguida o de Mídias na Educação pela UFS, ambos semipresenciais. Nestes, mediante leituras, discussões e algumas práticas, adquiri uma experiência ainda maior relacionada às TD aplicadas à Educação. Também fui tutor pela UFS do Programa “Um Computador por Aluno” (PROUCA) e do Curso “Mídias na Educação” (PROINFO)³. Com essa trajetória, fui convidado pela Secretaria Municipal de Educação de Aracaju, a qual sou professor efetivo, para trabalhar com formação de professores em TD. Foram alguns anos nesta prática, ensinando e aprendendo com os colegas de profissão de várias áreas do conhecimento.

Como satisfação pessoal, buscando ser um exemplo para meus familiares que, por intermédio dos estudos, tudo na vida é possível, decidir fazer o mestrado. Outro pré-requisito que pesou foi a necessidade de retornar à Academia, agora como pesquisador e, com isso,

³ Programa Nacional de Tecnologia Educacional.

aprofundar meus conhecimentos frente às TD aliadas ao processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Acredita-se que as TD, em consonância com a Matemática, podem trazer benefícios para o aprendizado desta ciência exata, tornando-a prazerosa e “conectada” a esta geração da sociedade digital.

Assim, este estudo aponta a importância e necessidade do papel das TD no campo do ensino da Matemática, em específico para promover a aprendizagem da Geometria Espacial, posto que uma das principais características desse conteúdo matemático são as formas geométricas a serem visualizadas e conjecturadas. Por experiência, em sala de aula, é notória a dificuldade apresentada pelos discentes na percepção das figuras tridimensionais (3D). Essas formas 3D da Geometria Espacial são apresentadas em planos bidimensionais, como nos livros didáticos ou nas lousas. Desta forma, grande parte do alunado não consegue “enxergar” o que está por trás das figuras, que algumas vezes são representadas por linhas pontilhadas, como no caso dos prismas.

Diante desse contexto, esta pesquisa “Realidade Aumentada como Interface para Aprendizagem de Poliedros do Tipo Prismas”, foi pensada a partir da seguinte questão norteadora: Como a utilização da Realidade Aumentada (RA) contribui para a aprendizagem de poliedros do tipo prismas? Entende-se interface como um material didático para aprendizagem dos prismas. Na perspectiva de Levy (1999), as interfaces são aparelhos e materiais que permitem a comunicação entre um sistema informático e os humanos. Já Vasconcelos (2017, p. 86) destaca que:

Uma interface ocorre quando duas ou mais fontes de informação se encontram face a face, mesmo que seja encontro da face de uma pessoa com face de uma tela. Um usuário humano conecta-se com o sistema e o computador se torna interativo.

No tocante ao desenvolvimento da pesquisa, cujo objeto de estudo foi “Realidade Aumentada na Aprendizagem de Poliedros”, tem-se como objetivo geral: Compreender como a utilização da Realidade Aumentada (RA) pode contribuir para a aprendizagem de poliedros do tipo prismas. E, como objetivos específicos: desenvolver uma sequência didática com discentes do 2º ano do Ensino Médio; aplicar software de Realidade Aumentada a partir de dispositivos móveis; identificar a aprendizagem em poliedros prismas com o uso da Realidade Aumentada; mensurar tecnicamente o aplicativo *Geometry-AR*.

Por meio de uma abordagem qualitativa, esta pesquisa é do tipo estudo de caso, tendo como *locus* de investigação o Colégio Estadual Barão de Mauá, situado em Aracaju-SE, e, como sujeitos colaboradores, 41 discentes matriculados na turma vespertina do 2º ano F do Ensino Médio. A escolha desse local da pesquisa justifica-se pelo fato do pesquisador ser

professor efetivo nesta escola, como também da turma. Para Yin (2001), um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real e sua investigação baseia-se em várias fontes de evidência.

As técnicas utilizadas durante a pesquisa para a coleta de dados foram aplicação de questionários semiestruturados bem como observação participante. Aplicou-se também uma Sequência Didática (SD), como planejamento estratégico das etapas da pesquisa de campo. Esse conceito de SD foi adotado, observando que, desde o princípio, atividades foram aplicadas durante as aulas, respeitando os conhecimentos prévios dos alunos para acompanhar a validação da aprendizagem dos mesmos (CAMPOS, 2017). Para tratamento dos dados coletados durante a pesquisa foram utilizados gráficos estatísticos para a organização dos dados, optando-se por analisar os resultados através da análise de conteúdo de Bardin (2011).

Como em toda investigação, há a necessidade da busca de uma base teórica para dar suporte ao trabalho. Assim, apoiamo-nos em autores, como: Vygotsky (1988), Papert (2008), Valente (1997; 2005), Moreira e Masini (2001), Belloni (2005), Almeida e Valente (2011), Borba (2012), Bairral (2009), Tori (2010), Vasconcelos (2017), entre outros, que fundamentam a discussão sobre aprendizagem e a reflexão sobre utilização das tecnologias digitais (TD) no processo de aprendizagem, em específico no contexto do Ensino da Matemática. Conforme Triviños (1987, p. 131), “[o] pesquisador inicia sua investigação apoiado numa fundamentação teórica geral, o que significa revisão aprofundada da literatura em torno do tópico em foco”.

Corroborando com autor mencionado, foi desenvolvido, posteriormente, um mapeamento de pesquisas junto a repositórios digitais de teses e dissertações. O primeiro levantamento foi feito no repositório da Universidade Federal de Sergipe (UFS), o qual foi encontrado apenas um trabalho que se aproximou do objeto de estudo desta investigação. A pesquisa de Silva (2018) objetivou investigar, na área de Química, os efeitos de recursos pedagógicos, com modelos moleculares físicos alternativos e virtuais, na aprendizagem e desenvolvimento de habilidades visuespaciais associadas às noções de Geometria Molecular, encontrando-se numa de suas etapas a aplicação da Realidade Aumentada. Em busca de mais trabalhos correlacionados ao objeto de estudo, recorreu-se à Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), onde encontramos a dissertação de Silva (2017). A partir deste achado, após leitura completa, foram encontrados outros seis trabalhos no Banco de Dissertações do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT).

Tal mapeamento foi realizado com a finalidade de obter suportes teóricos para respondermos à questão norteadora desta pesquisa. Além disso, como meio de justificar os

poucos estudos desenvolvidos na Educação Básica, mais especificamente no nível médio, a respeito do uso da Realidade Aumentada para aprendizagem de conteúdos matemáticos, especificamente os relacionados à geometria. No total dos sete trabalhos encontrados no mapeamento, constatou-se a existência de três estudos que apresentaram uma correlação com o objeto da pesquisa. O resultado dessa garimpagem, cuja abordagem enfatiza a aprendizagem de conteúdos geométricos por meio da Realidade Aumentada está exposto no quadro 01 (Apêndice 1).

Em relação à organização da investigação, convém apresentar o conteúdo deste trabalho, especificando cada seção.

Na introdução, revelo minha trajetória profissional com a motivação e justificativa pela escolha do tema; a questão norteadora da pesquisa e os objetivos definidos para respondê-la; o formato de tratamento dos dados e o tipo de análise dos resultados. Discorre-se também sobre as TD, e em particular a Realidade Aumentada, apontando a necessidade de sua aplicação na Geometria Espacial, apresentando alguns autores e mapeamento de pesquisas já realizadas com temáticas relativas ao objeto de estudo.

A primeira seção apresenta os fundamentos teóricos, com o propósito de amparar as discussões acerca da temática da pesquisa e está organizada em quatro tópicos a partir das categorias desta pesquisa, a saber: Tecnologias Digitais e Sociedade; Tecnologias Digitais e/na Aprendizagem Matemática; Estudo da Geometria Espacial; Realidade Aumentada e/na Geometria Espacial.

Dando continuidade, a segunda seção, dividida em quatro tópicos, irá descrever a natureza da pesquisa e o encaminhamento metodológico escolhido, apresentando o local de pesquisa, sujeitos participantes, procedimentos e técnicas adotadas para a coleta de dados, assim selecionadas: observação participante, aplicação de questionários e sequência didática⁴.

Na terceira seção, distribuída em três tópicos, apresentam-se os resultados obtidos a partir da aplicação da RA no processo de ensino de Poliedros do Tipo Prismas, sendo os resultados analisados e interpretados com enfoque quanti-qualitativo: gráficos e quadros estatísticos; análise de conteúdo; teste de usabilidade para sistemas de RA. As interpretações dos resultados incitarão as considerações finais, apresentando ponderações mais amplificadas da pesquisa, com comentários coadunados aos pressupostos teóricos da primeira seção e com as experiências do campo de investigação.

⁴ Neste texto, ao ler o termo “sequência didática”, entenda-se modelo de planejamento cujas atividades são sequenciadas e articuladas para atingir fins específicos (ZABALA, 1998).

SEÇÃO 1 – TECNOLOGIAS DIGITAIS E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

Esta seção discute as categorias que emergem desta pesquisa. O primeiro tópico traz as Tecnologias Digitais (TD), seu significado e aplicações na sociedade e, em específico, na educação formal, bem como a aprendizagem mediada pelo uso das TD. No tópico dois, são apresentadas as TD na Aprendizagem Matemática com suas trajetórias, possibilidades e desafios. O terceiro tópico, no que concerne ao estudo da Geometria Espacial, é mais específico, onde o conteúdo Poliedros do tipo Prismas é apresentado e discutido, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Finalizando a seção em questão, o quarto tópico discute a Realidade Aumentada, seu funcionamento, aplicações na Matemática e em outras áreas do conhecimento.

1.1 Tecnologias Digitais e Sociedade

A literatura traz várias maneiras de designar o uso das tecnologias na sociedade, como: Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC); Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC); Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC); Tecnologias Digitais (TD); dentre outras. Optou-se em adotar o termo Tecnologias Digitais (TD) para a pesquisa, visto que este é o mais pertinente quando aplicadas ao processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

Mas, afinal, o que são essas tecnologias? E na Educação, quais são seus propósitos? Antes mesmo de responder a estas indagações, vamos caracterizar em que tipo de sociedade as tecnologias estão inseridas. Vivemos numa sociedade globalizada, denominada por sociólogos como sociedade da informação, do conhecimento, sociedade digital, sociedade em rede ou outras definições. Entre estes, Manuel Castells (1999) denomina de “sociedade em rede”, aquela em que a base de todas as relações se estabelece por meio da informação e da sua capacidade de processamento e de geração de conhecimentos. A sociedade em rede também é analisada por Lévy (1999) como “cibercultura”, sendo, pois, este novo espaço de interações propiciado pela realidade virtual (criada a partir de uma cultura informática). É neste tipo de sociedade que estão inseridas as TD.

As tecnologias podem ser entendidas como um conjunto de recursos tecnológicos, utilizados de forma integrada, com objetivos comuns. Com elas, “a partir da metade do século XX, aprimorou-se o processo comunicacional do ser humano” (VASCONCELOS, 2017, p. 75). O uso das TD se dá de várias maneiras, seja na indústria, no comércio, nos investimentos, na vida pessoal, na educação, entre outros setores da sociedade informacional.

Belloni (2005, p. 21, grifo da autora) as caracteriza, como:

O resultado da fusão de três grandes vertentes técnicas: a informática, as telecomunicações e as mídias eletrônicas. As possibilidades são infinitas e inexploradas, e vão desde as “casas ou automóveis inteligentes” até os androides reais e virtuais para finalidades diversas, incluindo toda a diversidade dos jogos *on line*.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), considera as tecnologias, utilizando o termo TIC, “como um elemento essencial para compreender as sociedades contemporâneas” (Relatório Delors, UNESCO, 1996 apud BELLONI 2005, p. 21). Neste cenário, “a educação tende a crescer em número e em complexidade” (CARMO, 1997; PERRAULT, 1996, UNESCO, 1996 apud BELLONI 2005, p. 22). A respeito da educação, Belloni (2005, p. 22) destaca que, “finalidades ampliadas e necessidades e demandas crescentes são as macro tendências para o futuro na sociedade informacional. Os sistemas de educação terão que dar respostas a estas demandas”.

Diante da atmosfera em que estão inseridas as TD, podemos destacar uma rede de tecnologias que revolucionou o mundo, a Internet. Para Castells (2003, p. 7):

A internet é o tecido de nossas vidas. Se a tecnologia da informação é hoje o que a eletricidade foi na Era Industrial, em nossa época a internet poderia ser equiparada tanto a uma rede elétrica quanto motor elétrico, em razão de sua capacidade de distribuir a força da informação por todo o domínio da atividade humana.

Ainda, segundo Castells (1999, p. 82), “a convergência de todas as tecnologias eletrônicas no campo da comunicação interativa levou à criação da Internet, talvez o mais revolucionário meio tecnológico da Era da Informação”. Para Vasconcelos (2017, p. 76, grifo do autor), a internet é caracterizada como “um ambiente ‘midiático’ cuja vitalidade encontra-se na circulação de informação ponto a ponto (não massiva), na conexão generalizada, na universalização do acesso e na liberação do polo de emissão”. A internet, com suas potencialidades e desafios, está transformando a sociedade, e aos poucos vai se interligando ao cenário educacional. Para Santos (2013, p. 17), que também se baseia na discussão desses teóricos para pensar a aprendizagem na modalidade à distância, afirma que

A internet, como instrumento para aprendizagem, possibilita estratégias didático-pedagógicas que podem promover o exercício da pró-atividade, da pesquisa, da inserção digital e do letramento digital; pode enriquecer, quando bem utilizada pelo professor, o processo de ensino-aprendizagem.

Atualmente, outros artefatos tecnológicos caracterizados como TD estão saindo dos laboratórios das universidades e de empresas de tecnologia, e adentrando em nossa sociedade, alterando comportamentos e definindo padrões. Podemos destacar os óculos de Realidade

Virtual (RV) usados na Medicina. Na arquitetura, a tecnologia da Realidade Aumentada é bem presente. A robótica, a Inteligência Artificial, o reconhecimento de voz e os aplicativos de dispositivos móveis já trazem eficiência para nossas vidas em rotinas diárias.

Diante dos seguidos avanços tecnológicos, as TD estão presentes cada vez mais em inúmeros setores da sociedade. E na Educação, que transformações estão causando?

1.1.1 TD e/na Educação

No que concerne às TD aplicadas à Educação, estas estão adentrando cada vez mais neste setor da sociedade do conhecimento. Inovar a educação com o uso das TD não significa equipar a sala de aula com artefatos tecnológicos de última geração. De acordo com Moran (2000, p. 11), “todos estamos experimentando que a sociedade está mudando nas suas formas de organizar-se, de produzir bens, de comercializá-los, de divertir-se, de ensinar e de aprender”. Logo, o significado da aplicação das TD na Educação, seja ela básica, de nível superior, presencial, à distância ou híbrida, vai muito além da simples instalação de equipamentos no âmbito educacional.

Para Kenski (2007, p. 8), “as tecnologias são indispensáveis para a educação, ou melhor, educação e tecnologias são indissociáveis”. O filósofo francês Pierre Lévy (2004), criou o conceito de “inteligência coletiva”, que pode ser usado como uma alternativa para elucidar os problemas de aprendizagem na educação. A inteligência coletiva é um termo que diz respeito a um princípio no qual as inteligências individuais são somadas e compartilhadas por toda a sociedade, sendo potencializadas a partir do surgimento de novas tecnologias de comunicação como a Internet, por exemplo. Para o autor, ela possibilita o compartilhamento da memória, da imaginação e da percepção, o que resulta na aprendizagem coletiva, troca de conhecimentos. As informações são cruzadas e então selecionadas por cada pessoa numa espécie de ecossistema de ideias.

Foi na década de 1990, que organismos internacionais, como a UNESCO, propuseram para os estados membros, políticas para uma educação voltada à sociedade da informação, sendo significativos os avanços, experiências e políticas de incentivo à implantação das tecnologias no espaço escolar (VASCONCELOS, 2017). Em nível de Brasil, alguns projetos foram criados pelo governo federal, com o objetivo de levar as tecnologias digitais para o ambiente escolar. Entre eles destaca-se o PROINFO, que de acordo com o Ministério da Educação, é um programa educacional com o objetivo de promover o uso pedagógico da

informática na rede pública de educação básica. O programa leva às escolas computadores, recursos digitais e conteúdos educacionais. Em contrapartida, estados, Distrito Federal e municípios devem garantir a estrutura adequada para receber os laboratórios e capacitar os educadores para uso das máquinas e tecnologias (MEC, 2006)⁵.

Moran (2007, p. 91-93), em seu livro “A educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá”, propõe três etapas por ele denominadas de “etapas da aprendizagem tecnológica”, com o intuito das instituições de ensino, após implantar as tecnologias, apropriar-se pedagogicamente delas. A primeira delas corresponde à etapa das “Tecnologias para fazer melhor o mesmo”. Nesta etapa, as tecnologias são utilizadas para melhorar o desempenho administrativo (automação de rotinas de matrícula, notas, boletos); e também o didático-pedagógico do professor, como: programas de apresentação (*slides*), *softwares* de conteúdos específicos, pesquisas (base de dados e internet). Nesse contexto, os alunos encontram nas tecnologias recursos de apoio ao aprendizado, como: programas de texto, multimídia, ambientes virtuais de aprendizagem, entre outros.

A etapa “Tecnologias para mudanças parciais” afirma que o avanço técnico-pedagógico propicia a criação de espaços e atividades novos no ambiente educacional, convivendo com os tradicionais. Vídeos são mais utilizados para dinamizar as aulas, alguns projetos são desenvolvidos na internet, em que docentes propõem atividades virtuais (*fóruns, blogs, webquests*), procurando aproximá-las cada vez mais do universo digital dos discentes.

A última etapa, intitulada “Tecnologias para mudanças inovadoras”, diz que as tecnologias avançam mais no ambiente educativo formal, sendo utilizadas para modificar a escola e a universidade: flexibilização na organização curricular e na forma de gestão do ensino-aprendizagem. São trabalhados mais projetos integrados de pesquisa, com atividades semipresenciais ou *online* em sua totalidade.

Corroborando com Moran (2007), a mudança tem que envolver todo o contexto educacional, os sujeitos (gestores, docentes e discentes) e seus objetos (currículos, metodologias e recursos). De forma organizada, planejada e dialogada, as TIC aplicadas à Educação, abrangendo todos os níveis, podem trazer mudanças significativas a este setor da sociedade.

Com a aplicação das TD na Educação, sejam nas instituições básicas ou superiores, públicas ou privadas, novos espaços e tempos de aprendizagem vão surgindo. Os atores envolvidos nessa atmosfera educacional começam a ter uma visão mais ampliada do que é

⁵ Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/portaldecompras/index.php/produtos/laboratorio-de-informatica-proinfo>. Acesso em: 12 de Mai. 2018.

fazer educação na nova era digital. Os recursos tecnológicos tendem a proporcionar uma maior dinamicidade ao processo de ensino-aprendizagem, oportunizando a todos a oportunidade de aprender, independente de classe social, faixa etária e limitações físicas ou mentais.

Paralelamente à chegada das TD nas instituições escolares ou acadêmicas, mudanças tendem a ocorrer nas práticas de ensino, procurando respeitar o ritmo de aprendizagem do alunado. Não se pode utilizar a tecnologia pela tecnologia, ou seja, mudar a tecnologia e a metodologia continuar a mesma. Uma das alternativas para o uso natural e transparente das tecnologias como recursos facilitadores da aprendizagem é a Metodologia de Projetos (MP) (BARBOSA; MOURA; BARBOSA, 2004).

A proposta de ensino através de projetos representa uma forma importante de considerar todos os elementos imprescindíveis na formação integral do ser humano. Assim, a conjugação harmônica entre os princípios da MP e as proposições e demandas relativas às tecnologias torna-se uma necessidade de importância capital (BARBOSA, MOURA e BARBOSA, 2004). Moran (2007, p. 34), destaca que, “a metodologia de projetos de aprendizagem é a única compatível com uma visão de educação e aprendizagem que encare o aluno como protagonista, como parte da solução e não o problema”. Outras metodologias em destaque, que podem ser desenvolvidas tendo como ferramentas as TD, são: a sala de aula invertida, a gamificação no ensino, como também o método ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas).

Os autores Schmidt e Cohen (2013, p. 30) trazem em “A nova era digital”, um projeto que data de 2012, em que o *MIT Media Lab*⁶ testou na Etiópia uma experiência em que *tablets* (com aplicativos pré-instalados) foram distribuídos para crianças pequenas sem instruções ou professores para acompanhar suas atividades. Os resultados foram extraordinários: em poucos meses os garotos recitavam todo o alfabeto e escreviam frases completas em inglês. Observa-se nesta iniciativa o caráter social das TD na educação de crianças em idade de alfabetização.

O professor da Politécnica da USP, Romero Tori (2010, p. 155), traz no livro “Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem”, um projeto em que se utiliza a tecnologia digital Realidade Virtual (RV) na

⁶ MIT Media Lab é um laboratório nos Estados Unidos. Com o lema que diz "o futuro é vivido e não imaginado". O Media Lab faz parte do departamento de pesquisa da escola de arquitetura e Urbanismo do Massachusetts Institute of Technology (MIT).

simulação de cirurgias. O famoso projeto *Visible Human*⁷ utiliza técnicas de computação gráfica que por meio de dispositivos hápticos⁸ permitem que o treinando segure uma ferramenta similar ao bisturi que, conectada ao computador, interage com o corpo virtual e oferece retorno de força para a mão, simulando a resistência que seria percebida pelo médico se estivesse operando um paciente real.

A autora Adelina Moura, da Universidade de Coimbra / Portugal apresenta em um dos capítulos do livro “*App-learning: experiências de pesquisa e formação*” (2016), um leque de aplicativos, por ela testados e utilizados em diferentes projetos educacionais. São aplicativos para a aprendizagem baseados em projetos, como o *Nearpod*, usados para aprendizagem sincronizada entre grupos de alunos, em que os mesmos podem mostrar as suas apresentações através dos seus dispositivos, porém o professor tem controle sobre os *slides* e as apresentações.

Ainda no livro “*App-learning: experiências de pesquisa e formação*” (2016), os pesquisadores Carloney e Mercado, no capítulo intitulado “Ensino de matemática utilizando o aplicativo QR Code no contexto das tecnologias móveis”, apresentam um relato de experiência sobre a utilização das tecnologias móveis (celulares e *tablets*) nas aulas da disciplina “Saberes e metodologias do ensino da matemática I”, no curso de Pedagogia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), como prática educativa na formação do pedagogo. Os autores constataram que as tecnologias móveis constituem importante ferramenta que aproxima a vida escolar ao cotidiano dos estudantes, podendo facilitar a compreensão de conceitos matemáticos e promover a interação entre os sujeitos envolvidos.

Silva, Valentino e Santos (2017), em seu artigo “Tecnologias digitais em educação matemática: vivenciando a 4ª fase em turmas da 2ª série do Ensino Médio”, relata uma experiência com seus alunos sobre a produção de videoaulas com conteúdos matemáticos digitais utilizando *smartphones*. As videoaulas, depois de criadas pelos alunos e avaliadas pelo professor, foram publicadas no *Youtube*. Os autores concluíram que as tecnologias digitais com as redes sociais trazem uma nova dinâmica à sala de aula. Essa dinamicidade se configura pela extensão do espaço físico para o espaço virtual. Cria-se um novo *habitat* para a busca de informações que “decodificadas”, pela mediação pedagógica, poderão ser transformadas em conhecimento.

⁷ M. J. Ackerman, “The Visible Human Project”, em *Processing of the IEEE*, 86 (3), março de 1998, pp. 504-511.

⁸ Relativo ao tato ou ao toque (ex.: *percepção háptica, sistema háptico*). = TÁTIL, in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2013, <https://www.priberam.pt/dlpo/h%C3%A1ptico> [consultado em 20-12-2017].

Inúmeras são as iniciativas de projetos e pesquisas científicas voltadas para a inserção das TD na Educação Básica ou Superior, cujo objetivo é o de demonstrar que esses recursos tecnológicos, se bem planejados, discutidos e avaliados, podem ressignificar o processo de busca e construção de novos saberes.

Tanto docentes quanto discentes podem se beneficiar do potencial das TD no processo de ensino-aprendizagem. Já podemos adiantar que isso foi percebido no trabalho de campo desta pesquisa, quando os alunos destacaram a importância delas na educação. Formas inovadoras em benefício da aprendizagem estão surgindo com a evolução das TD e os atores deste novo cenário educacional (instituições, gestores, docentes, discentes e a comunidade escolar, como um todo) têm que acompanhar esse ritmo. Porém, o que se vê é um pequeno avanço, pois as mudanças na Educação continuam ocorrendo de forma lenta em relação às transformações da sociedade. Enfatizando essa questão, Almeida & Valente (2011, p. 40), alertam que,

[...], mesmo com máquinas sofisticadas como temos hoje, o panorama do uso das tecnologias na sala de aula ainda não corresponde às expectativas e promessas de mudanças das práticas da sala de aula. Ainda persiste uma desintegração entre as tecnologias e o que é praticado em termos de currículo.

1.1.2 Aprendizagem significativa mediada pelo uso das TD

Discutir-se-á neste subtópico o processo de aprendizagem baseado nos estudos de Jean Piaget, Levy Vygotsky e David Ausubel, e mais especificamente, este processo com a utilização das TD, reportando-se ao Construcionismo de Seymour Papert.

De acordo com a teoria de Ausubel, “a ideia central é a de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe” (AUSUBEL apud MOREIRA, 2001, p. 17). O que é sabido do aprendiz é o conhecimento prévio que ele possui de algo, conceituado por Ausubel de subsunçor, o qual está presente na estrutura cognitiva deste indivíduo. Para Moreira & Masini (2001, p. 17), “o conceito mais importante na teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa”.

A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se faz presente nos subsunçores relevantes que existem na estrutura cognitiva do aprendiz. Essa estrutura cognitiva significa “uma estrutura hierárquica de subsunçores que são abstrações da experiência do indivíduo” (MOREIRA, 2001, p. 18). As condições para ocorrer a aprendizagem significativa, segundo Ausubel (1968, p. 37 - 41 *apud* MOREIRA & MASSINI, 2001, p. 23), são: o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para

o aprendiz, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não-literal (substantiva); o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva. Ou seja, na aprendizagem significativa existe uma interação entre o conhecimento já existente e o novo, em que este passa a ter significado para o aprendiz e seu conhecimento prévio é modificado.

O computador, como uma TD, por exemplo, pode ser usado na esfera educacional tanto para ensinar quanto para ser ensinado, podendo promover uma aprendizagem significativa no sujeito-aprendiz. Um programa tutorial exemplifica o uso do computador como uma ferramenta que ensina, enquanto que uma linguagem de programação é utilizada pelo aprendiz para que o dispositivo seja ensinado a fazer algo desejado. *Softwares* de exercício-e-prática, assim como alguns jogos computacionais, têm atributos de um sistema de ensino baseado no instrucionismo, comum na sociedade contemporânea.

Com o propósito de evitar que o computador seja entendido como uma máquina que só ensina, Papert (1986, apud VALENTE, 1997, grifo nosso) denominou de construcionista a abordagem pela qual o aprendiz constrói, por intermédio do computador, ou de outra TD, seu próprio conhecimento. Inspirado pelo construtivismo piagetiano, Papert desenvolveu o construcionismo afirmando ser uma reconstrução pessoal deste paradigma pedagógico e apresenta como principal característica:

O fato de examinar mais de perto do que outros *ismos* educacionais a idéia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorre na cabeça, tornando-se assim uma concepção menos mentalista. Também atribui mais importância à idéia de construir na cabeça, reconhecendo mais de um tipo de construção (2008, p. 137).

Para Valente (1997), no construcionismo de Papert, há duas ideias que contribuem para ser distinto do paradigma de Piaget: o aprendiz constrói alguma coisa, o que se configura no aprendizado pelo saber fazer; e aquilo que é construído, sendo do seu interesse, o deixa bastante motivado. Ainda segundo Valente (1997, p. 1), “o envolvimento afetivo torna a aprendizagem mais significativa”. Esta abordagem construcionista do uso do computador, ou de outra TD, possibilita reflexões significativas, deixando explícito o pensamento do estudante e, conseqüentemente, facilitando a avaliação de sua aprendizagem pelo professor (VALENTE, 1997; ALMEIDA, 2000).

Em concordância, Ackermann (2002), menciona que a teoria de Piaget detecta o que há de comum na forma de pensar das crianças nos níveis distintos do desenvolvimento cognitivo, dando ênfase em como os indivíduos aprendem, passando do raciocínio concreto

para o abstrato. Para a autora, Piaget detecta de maneira eficaz os vários estágios da aprendizagem, porém não aponta os meios para potencializá-la. Contrastando com essa colocação, ainda conforme a autora, Papert observa o conhecimento de maneira mais concreta, em que o aprendizado acontece num processo de projeção e materialização das ideias, procurando sempre melhorá-las. Ele destaca a “arte” de aprender, o “aprender a aprender”, a importância de “colocar a mão na massa”, como pré-requisitos para um aprendizado de maneira prática. Apesar de algumas diferenças entre as teorias, Ackermann (2002) certifica que ambas são igualmente relevantes para o entendimento de como se dá o constructo da aprendizagem.

Nessa atmosfera, Valente (2005, grifo nosso) salienta que o professor, ou outro aluno, pode auxiliar o aprendiz no processo de construção de novos conhecimentos com o uso do computador, ou outra TD, atuando como mediador ou articulador. No contexto social, a aprendizagem pode ocorrer por meio da comunicação e colaboração entre as pessoas. Vygotsky (1988) apresenta em seus estudos concernentes à aprendizagem, dois elementos mediadores na construção do conhecimento: os signos e os instrumentos. Para Alvarez e Del Río (1996, p.83):

Os instrumentos são todos aqueles objetos cujo uso serve para ordenar e reposicionar externamente a informação, e os signos correspondem ao conjunto de instrumentos fonéticos, gráficos, táteis, etc, que constituímos como sistema de mediação instrumental: a linguagem.

Vygotsky ainda traz em seus estudos dois níveis de desenvolvimento: o real e o potencial. No desenvolvimento real, as atividades realizadas pelo indivíduo ocorrem sem a interferência de outro, enquanto que no potencial, este indivíduo carece de mediação, como por exemplo: o professor em sala de aula ou outro aluno. Entre esses dois níveis está a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que, segundo o autor corresponde,

A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1988, p. 58).

Na ZDP, o professor ou outro aluno, pode atuar como um articulador ou interventor, possibilitando uma aprendizagem mediada por meio de instrumentos e signos. Enfim, para que ocorra a aprendizagem significativa mediada pelo uso das TD, é fundamental que o aprendiz tenha conhecimento prévio do conteúdo, utilize-se de recursos motivadores para a construção de novos conhecimentos, e seja orientado e /ou ajudado pelos seus pares (VYGOTSKI, 1998).

No tópico que se segue, discorrer-se-á a respeito das tecnologias e sua relação com a Matemática. Adotou-se a expressão Tecnologias Digitais (TD), visto que os autores mencionados se utilizam desta para representar a trajetória, possibilidades e desafios para a aprendizagem da Matemática.

1.2 Tecnologias Digitais e/na Aprendizagem Matemática

Inicia-se este tópico, enfatizando a importância das Tecnologias na Educação, segundo o Educador Matemático Ubiratan D'ambrósio (2012, p. 74), que diz:

Será essencial para a escola estimular a aquisição, a organização, a geração e a difusão do conhecimento vivo, integrado nos valores e nas expectativas da sociedade. Isso será impossível de atingir sem ampla utilização de tecnologia na educação. Informática e comunicações dominarão a tecnologia educativa do futuro.

Em determinadas situações para o aprendizado de conteúdos matemáticos em sala de aula, a utilização de alguns *softwares* pode facilitar a aquisição do conhecimento pelo aluno, propiciando a exploração de algo que seria inexequível sem a presença desses recursos informáticos. De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCM),

[...] no uso de tecnologia para o aprendizado da Matemática, a escolha de um programa torna-se um fator que determina a qualidade do aprendizado. É com a utilização de programas que oferecem recursos para a exploração de conceitos e ideias matemáticas que está se fazendo um interessante uso de tecnologia para o ensino de Matemática. [...] (MEC, 2006, p. 89-90).

O uso de *softwares*, sejam eles de computador ou aplicativos de dispositivos móveis, pode proporcionar uma análise distinta daquele conteúdo que é exposto na lousa ou numa folha de papel, contribuindo, desta forma, para a formação dos conceitos matemáticos. Estes recursos podem ser usados para a aprendizagem da geometria, na criação de tabelas dinâmicas, planilhas eletrônicas, gráficos, entre outros. Segundo Pais (2008, p. 40-41):

[...] Inovações didáticas resultantes da utilização do computador podem ser ilustradas por *softwares* ao ensino de geometria, incorporando o recurso do movimento e da simulação na representação de conceitos. Essa é uma novidade, uma vez que o movimento é um recurso mais próximo da flexibilidade da representação por imagens mentais, restritas ao cérebro humano. [...].

A inserção das Tecnologias Digitais, na vida e na sociedade, tem gerado grandes e rápidas mudanças nas formas de interação e comunicação das pessoas (ZACHARIAS, apud

COSCARELLI, 2016). Discutindo essa mesma questão, Vani Kenski (2007, p. 31-32), menciona que:

A tecnologia digital rompe com as formas narrativas circulares e repetidas da oralidade e com o encaminhamento contínuo e sequencial da escrita e se apresenta como um fenômeno descontínuo, fragmentado e, ao mesmo tempo, dinâmico, aberto e veloz. Deixa de lado a estrutura serial e hierárquica na articulação dos conhecimentos e se abre para o estabelecimento de novas relações entre conteúdos, espaços, tempos e pessoas diferentes.

De acordo com Borba (2015, p. 42):

As tecnologias digitais móveis – internet, celular, *tablets* – estão modificando as normas que vivemos, os valores associados a determinadas ações. Mais uma vez isso acontece em ritmo diferente fora e dentro da escola. Assim, o abismo entre práticas que alunos e professores têm fora da escola e dentro da mesma instituição aumenta.

Esse abismo mencionado pelo autor, diz respeito, também, à rejeição por parte de gestores escolares e docentes, tanto pela falta de estrutura tecnológica para o uso de dispositivos móveis no âmbito escolar, quanto pela carência e até ausência de formação continuada dos professores. As autoras Bento e Cavalcante (2013, p. 119) expõem que,

[...] o celular pode ser um recurso didático a ser utilizado em diferentes momentos na escola, desde que conste no planejamento do plano de aula do docente e da instituição escolar. Para isto, é necessário que o corpo docente, as famílias e a escola comuniquem-se e promovam um trabalho colaborativo.

Na Educação, faz-se necessária uma reflexão frente à utilização das TD, particularmente, para o aprendizado de conteúdos de Matemática. Segundo D’ambrosio (1999, p. 1), há uma relação intrínseca entre matemática e tecnologia:

A matemática e a tecnologia, entendida como convergência do saber [ciência] e do fazer [técnica], são intrínsecas à busca solidária do sobreviver e de transcender. A geração do conhecimento matemático não pode, portanto, ser dissociada da tecnologia disponível.

Na falta de planejamento, objetivos e ações concretas que viabilizem o uso adequado e eficiente das tecnologias para a aprendizagem Matemática, esta relação intrínseca não se ratifica. É necessário que esta associação proporcione uma perspectiva de aprendizado para o alunado. Segundo Tajra (2000, p. 16), “o professor precisa conhecer os recursos disponíveis dos programas escolhidos para suas atividades de ensino, somente assim estará apto a realizar uma aula dinâmica, criativa e segura”.

É fato que a inserção das TD em sala de aula não é solução para os problemas de aprendizagem, mas “os coletivos formados por professores, alunos, softwares, internet e telefones celulares podem gerar novas opções educacionais [...]” (BORBA, SCUCUGLIA, GADANIDIS, 2015, p. 12). Ainda, de acordo com os autores, “as dimensões da inovação tecnológica permitem a exploração e o surgimento de cenários alternativos para a educação, em especial para o ensino e aprendizagem de Matemática” (p. 17).

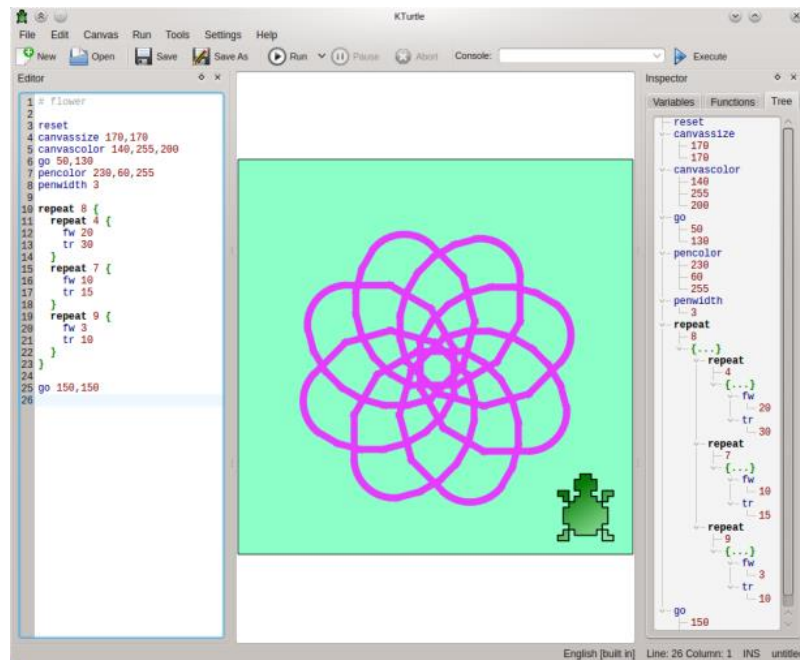
1.2.1 Fases das TD para Aprendizagem Matemática

Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) trazem no trabalho intitulado “Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática”, a trajetória, ainda inacaba, das TD no ensino e aprendizagem da Matemática. Cada fase é caracterizada pelas tecnologias que se destacaram na mesma, pelos distintos termos e expressões usados para se referir a cada uma delas, como também pelas possibilidades de investigação matemática.

A primeira fase das TD em Matemática inicia-se com o uso do *software* LOGO (1985). Uma linguagem de programação, cujo co-criador foi o professor Seymour Papert⁹, que implementou aspectos da filosofia construcionista, enfatizando as relações entre a programação e o pensamento matemático. Cada comando do LOGO correspondia a uma ação de um objeto virtual (uma tartaruga), que por meio de passos e giros, possibilitava a construção de formas geométricas com retas e ângulos. De acordo com Fagundes (1986, apud Borba et al., 2015, p. 20), “as trocas entre a organização cognitiva da criança e os objetos simbólicos [do LOGO], apresentam uma natureza funcional”. Segundo Jahn Healy (2010, apud Borba et al., 2015), com o LOGO, Papert queria reconstruir uma Matemática mais “aprendível”.

Na figura 1, apresenta-se a interface de uma linguagem de programação baseada no LOGO, denominada de *KTurtle*.

⁹ Seymour Papert, matemático que trabalhou com Jean Piaget, é co-fundador do Media Lab no Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Figura 1 – Interface do *KTurtle*.¹⁰

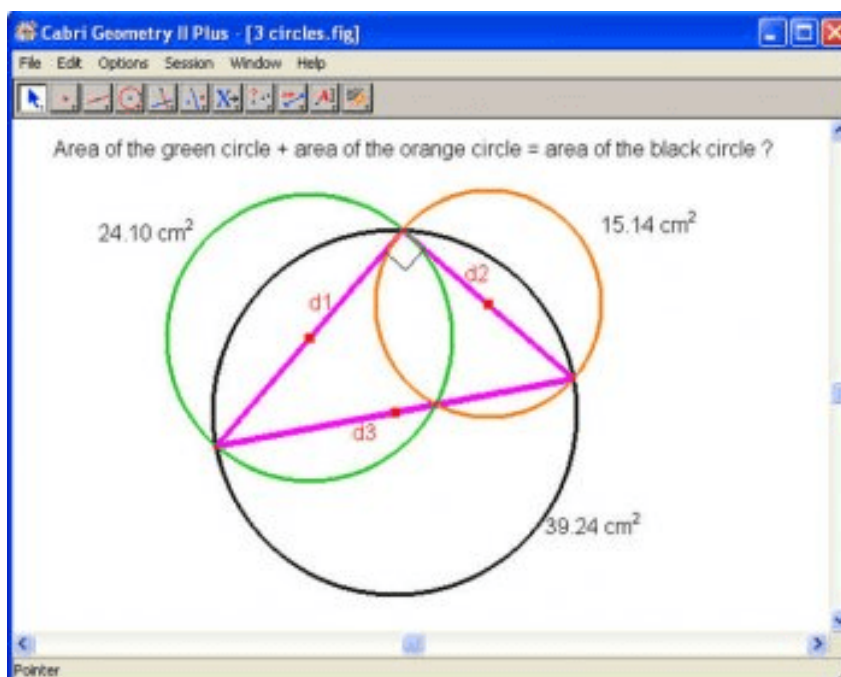
Fonte: Cies Brejis (2012).¹¹

Em 1990, com a popularização dos computadores, surge a segunda fase das TD no ensino e aprendizagem da Matemática. Docentes, discentes, pesquisadores e outros profissionais começaram a enxergar a importância dos computadores na vida pessoal e profissional. Muitos professores foram contrários ao uso educacional do computador, como acontece nos dias de hoje, estendendo essa “proibição” ao uso de dispositivos móveis em sala de aula. As TD em destaque nesta fase foram os *softwares* voltados às representações de funções (*graphmathica*, *winplot*), e de geometria (*Cabri Géomètre*, *Geometricks*). Segundo Borba e colaboradores (2015, p. 23), “esses *softwares* são caracterizados não apenas por suas interfaces amigáveis, que exigem pouca ou nenhuma familiaridade com linguagens de programação, mas principalmente pela natureza dinâmica, visual e experimental”. Na figura 2, a interface do programa de geometria *Cabri Géomètre*.

¹⁰ KTurtle é um ambiente de programação educacional para gráficos de tartaruga, baseado na linguagem de programação LOGO. Disponível em: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c1/KTurtle-screenshot.png>>. Acesso em: 14 Mai. 2018.

¹¹ Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KTurtle-screenshot.png>. Acesso em: 14 Mai. 2018.

Figura 2 – Interface do *Cabri Géomètre II 1.0*.¹²



Fonte: Site *Cabri Geometry* (2018).¹³

A terceira fase das TD em Educação Matemática é caracterizada com a chegada da internet mais popularizada, no fim do século XX. Como meio de pesquisas e comunicação entre professores e alunos, destacam-se nesta fase os cursos na modalidade à distância, cujas ferramentas digitais de comunicação utilizadas eram *chats*, *e-mails* e fóruns de discussão. Os ambientes virtuais de aprendizagem permitiam a interação síncrona (em tempo real) por meio de videoconferências e manipulação de *softwares* matemáticos. Bairral (2009, apud BORBA et al., 2015, p. 35) reforça que “ambientes virtuais de aprendizagem podem ser vistos como amplificadores cognitivos uma vez que, multifacetados e potencializadores, integram uma variedade de artefatos midiático–representacionais”. De acordo com Borba e colaboradores (2015, p. 35), “essa terceira fase continua se desenvolvendo e vem transformando softwares de segunda fase, e simultaneamente vem sendo influenciada por novas possibilidades da quarta fase”.

A quarta e atual fase das TD no ensino e aprendizagem da Matemática, tem início em meados de 2004 com a chegada da internet rápida, caracterizada pela melhoria da conexão, de recursos e comunicação *online*. Segundo os autores Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015), é nesta fase que o termo “Tecnologias Digitais” se torna comum. Destacam-se como aspectos

¹² O *Cabri Géomètre* (ou simplesmente *Cabri*) é um *software* comercial de geometria dinâmica produzido pela companhia francesa *Cabrilog* e frequentemente utilizado em pesquisas sobre o ensino de matemática. Disponível em: < <http://cabri-geometry-ii.software.informer.com/1.0/>>. Acesso em: 14 Mai. 2018.

¹³ Disponível em: <<http://cabri-geometry-ii.software.informer.com/1.0/>>. Acesso em: 14 Mai. 2018.

desta fase: o *software* de geometria dinâmica Geogebra; a multimodalidade (vários meios de comunicação estão presentes no ciberespaço – *Youtube*, por exemplo); os novos designs e interatividade (*skype*, *Moodle*, RIVED¹⁴ e aplicativos *online*); as tecnologias móveis ou portáteis; a performance digital (internet em sala de aula; redes sociais – *Facebook*; Compartilhamento de vídeos – *Youtube*); a matemática pública do ciberespaço; a performance matemática digital (uso das artes na comunicação de ideias matemáticas). Esses e outros aspectos desta quarta fase são sinônimos de questionamentos ainda a serem formulados e reformulados.

A figura 3 traz um exemplo de uma TD desta quarta fase. Um Objeto Educacional¹⁵ disponibilizado pela Rede Virtual de Educação (RIVED) denominado FAZENDA, que trabalha conceitos elementares de matemática.

Figura 3 – Objeto educacional FAZENDA do RIVED.



Fonte: Site Educa Tube Brasil (2011)¹⁶.

Diante do exposto, procurou-se demonstrar as fases das TD, sua evolução e, consequentemente, as contribuições para o processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

Em suma, com o surgimento de novos recursos tecnológicos aplicados à Educação, a apropriação das TD pelos sujeitos professores e alunos, em sala de aula ou fora dela, traz um novo significado à busca, construção e compreensão do conhecimento matemático. Neste cenário, o conceito de materiais didáticos assume uma nova função, a partir de uma prática

¹⁴ Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED) da Secretaria de Educação Básica do MEC. Portal que disponibiliza objetos educacionais gratuitamente. Disponível em: <http://rived.mec.gov.br/atividades/matematica/fazenda/mat1_ativ1.swf>. Acesso em: 14 Mai. 2018.

¹⁵ Qualquer recurso digital, um tipo de material didático, reutilizável para o ensino.

¹⁶ Disponível em: <http://educa-tube.blogspot.com.br/2011/10/fazenda-rived-objetos-educacionaismec.html>. Acesso em: 14 Mai. 2018.

pedagógica reflexiva, planejada e executada. Assim, a Realidade Aumentada, como uma interface mediadora no processo de aprendizagem da Geometria Espacial, pode trazer este novo significado.

1.3 Estudo da Geometria Espacial

Nas Orientações Curriculares do Ensino Médio (2006), os conteúdos matemáticos estão distribuídos em quatro blocos: Números e operações, Funções, Geometria, Análise de dados e probabilidade. O conteúdo Poliedros Prismas pertence ao bloco três, que afirma:

[...] O estudo da Geometria deve possibilitar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas práticos do cotidiano [...]. Também é um estudo em que os alunos podem ter uma oportunidade especial, com certeza não a única, de apreciar a faceta da Matemática que trata de teoremas e argumentações dedutivas. Esse estudo apresenta dois aspectos – a Geometria que leva à trigonometria e a Geometria para o cálculo de comprimentos, áreas e volumes. [...] (BRASIL, 2006, p. 75-78)

A Matriz de referência para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM, 2012) já traz os temas tratados nas Orientações Curriculares de forma mais específica, entre eles, os relacionados à Geometria.

[...] Conhecimentos geométricos: características das figuras geométricas planas e espaciais; grandezas, unidades de medida e escalas; comprimentos, áreas e volumes; ângulos; posições de retas; simetrias de figuras planas ou espaciais; congruência e semelhança de triângulos; Teorema de Tales; relações métricas nos triângulos; circunferências; trigonometria do ângulo agudo. [...] (BRASIL, 2012)

O estudo da Geometria Espacial, em específico os Poliedros Prismas, faz parte do conteúdo do 2º ano do Ensino Médio. Souza (2016, p. 328), menciona os objetivos específicos do capítulo referente às Figuras Geométricas Espaciais, o qual está inserido o estudo dos Prismas, da seguinte forma: distinguir os sólidos geométricos entre poliedros e não poliedros; reconhecer os Poliedros de Platão; representar geometricamente situações por meio de figuras e estruturas geométricas; calcular a área de superfície de sólidos geométricos; resolver situações-problema relacionadas ao volume de figuras tridimensionais; associar objetos sólidos às suas diferentes formas de representação no plano bidimensional, como planificações e projeções; utilizar propriedades geométricas para fazer estimativas de área e volume em situações do cotidiano.

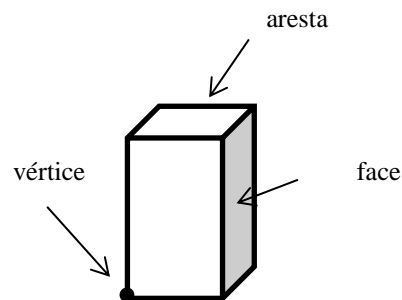
A temática referente às figuras geométricas espaciais discorre sobre as formas planas e tridimensionais representadas em desenhos, planificações e objetos do mundo real. Aborda

conteúdos como: Poliedros de Platão, Relação de Euler, Poliedros regulares, Prismas, entre outros.

1.3.1 Poliedros do Tipo Prismas

O Prisma é um caso particular de Poliedro. Os poliedros são sólidos limitados por superfícies planas poligonais, como na figura 4 abaixo.

Figura 4 - Exemplo de um poliedro.

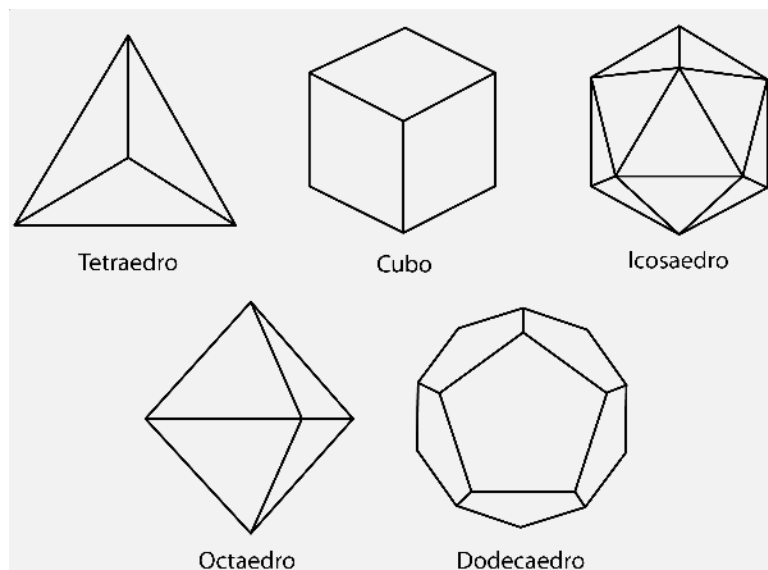


Fonte: O autor (2018).

Num poliedro, destacam-se os seguintes elementos:

- As **faces** correspondem aos polígonos que limitam os poliedros. Sendo sua quantidade finita.
- As **arestas** são os lados das faces dos poliedros, em que cada uma é comum a somente duas faces.
- Os **vértices** são os pontos de intersecção de três ou mais arestas. Estes também são os vértices do poliedro.

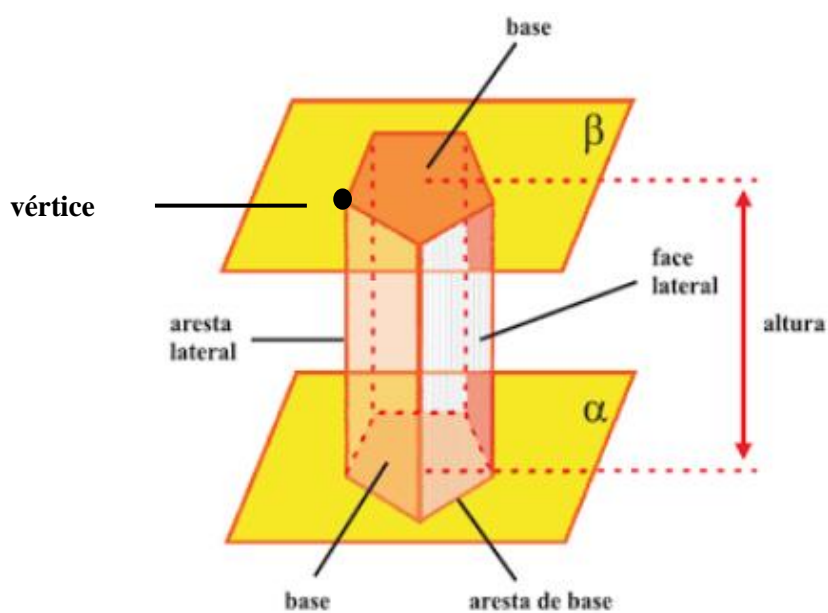
Os poliedros são classificados de acordo com o número de faces (figura 5). Exemplificando, temos: Tetraedro (4 faces); Cubo (6 faces); Icosaedro (20 faces); Octaedro (8 faces); Dodecaedro (12 faces).

Figura 5 – Exemplos de poliedros.

Fonte: Site estudoprático.¹⁷

Em nosso cotidiano, alguns objetos são semelhantes aos prismas, como: caixas de madeira, caixas de sapatos, contêineres, entre outros.

Os Prismas são definidos como poliedros que possuem duas bases pertencentes a planos distintos e paralelos. Na figura 6 abaixo temos um exemplo de um prisma e seus elementos.

Figura 6 – Exemplo de um prisma e seus elementos.

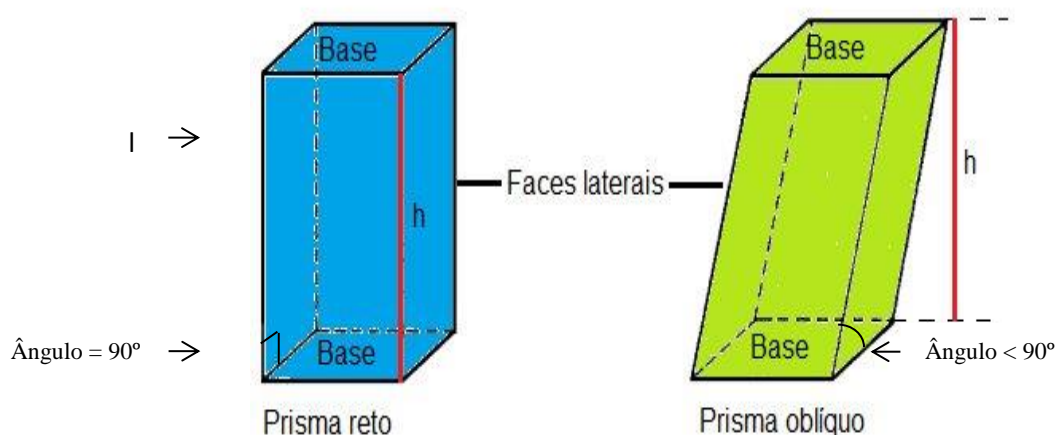
Fonte: Site TodaMatéria.¹⁸

¹⁷ Disponível em: <<https://www.estudopratico.com.br/poliedros-platao-euler-e-outros-poliedros/>>. Acesso em: 27 Mai. 2018.

No prisma da figura 6 acima, observa-se que as bases (regiões poligonais) estão nos planos α e β diferentes, mas paralelos. As arestas das bases do prisma correspondem aos lados dos polígonos destas bases, enquanto que as arestas laterais são os lados dos quadriláteros (faces laterais) que não pertencem às bases. A altura “h” do prisma é a distância entre os planos das bases. Neste prisma, temos: duas bases, cinco faces laterais, dez arestas das bases, cinco arestas laterais e dez vértices.

De acordo com a perpendicularidade das arestas laterais de um prisma com suas bases, eles podem ser classificados como prisma reto (ângulo formado equivalente a 90°) ou oblíquo (ângulo formado menor que 90°). Na figura 7 adiante é observada, de acordo com o ângulo, a diferença entre um prisma reto e um prisma oblíquo.

Figura 7 – Exemplos de um prisma reto e um oblíquo.



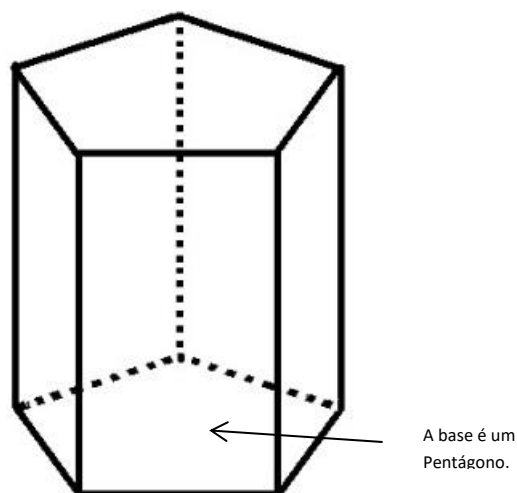
Fonte: Site InfoEscola.¹⁹

Na figura acima, ainda se observa que no prisma reto a altura “h” coincide com a medida da aresta lateral “l”. No caso do prisma oblíquo, a altura não é paralela à aresta lateral “l”.

Quanto à denominação de um prisma, esta é feita de acordo com o polígono que forma a sua base. Por exemplo, se a base for um triângulo, o prisma é denominado de Prisma Triangular. Já no caso de a base ser um quadrilátero, este será chamado de Quadrangular. O prisma da figura 8, em seguida, tem em sua base um pentágono, logo se denomina Prisma Pentagonal.

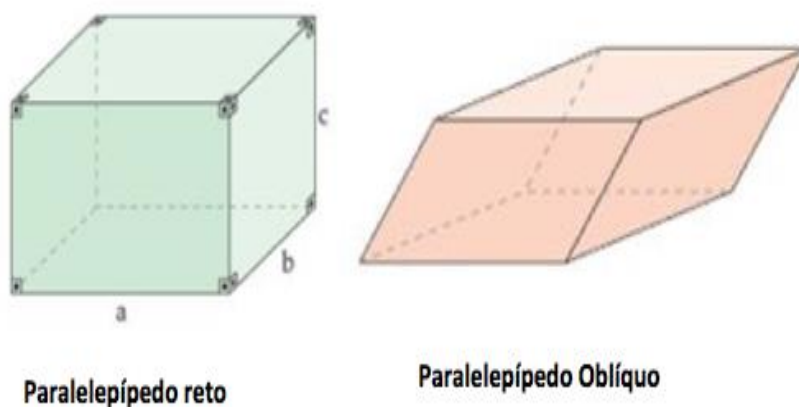
¹⁸ Disponível em: < <https://www.todamateria.com.br/prisma/>>. Acesso em: 27 de Mai. 2018.

¹⁹ Disponível em: < <https://www.infoescola.com/geometria-espacial/prisma/>>. Acesso em: 27 Mai. 2018.

Figura 8 – Prisma pentagonal.

Fonte: Site BRAINLY.²⁰

Os prismas considerados quadrangulares recebem nomes distintos, de acordo com algumas características. Um deles é o Paralelepípedo, cujas bases são paralelogramos. O paralelepípedo pode ser reto ou oblíquo, como mostra a figura 9:

Figura 9 – Paralelepípedos reto e oblíquo.

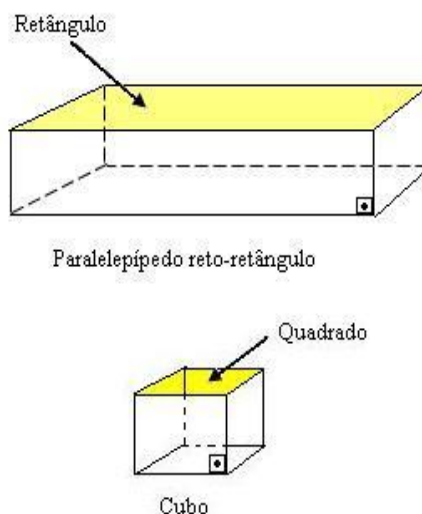
Fonte: Site Sou Mais Enem.²¹

Ainda sobre os paralelepípedos, temos: o paralelepípedo retângulo, em que as bases são retângulos; e o paralelepípedo reto retângulo, cujas bases e faces laterais são retângulos, conforme se apresenta a figura 10.

²⁰ Disponível em: <<https://brainly.com.br/tarefa/4042029>>. Acesso em: 28 Mai. 2018.

²¹ Disponível em: <<http://soumaisenem.com.br/matematica/conhecimentos-geometricos/paralelepipedos>>. Acesso em: 28 Mai. 2018.

Figura 10 – Paralelepípedo reto retângulo e um cubo.



Fonte: Site Aprende Barsil.²²

O cubo, visualizado também na figura 10, é um caso particular de paralelepípedo reto retângulo, possuindo todas as faces quadradas.

O prisma, conceito matemático abordado neste tópico, é um caso particular de poliedros, contendo os elementos: bases, faces, arestas, vértices e altura. É denominado de acordo com o polígono de sua base. Como outros exemplos, temos: o prisma hexagonal (hexágono como polígono da base); prisma heptagonal (heptágono como base); prisma decagonal (decágono como polígono da base); entre outros.

Na medida em que o docente ministra o conteúdo referente às figuras geométricas espaciais (prismas, por exemplo), seja através da lousa ou pelo livro didático, determinadas dificuldades são encontradas pelos alunos diante de certas peculiaridades encontradas nos assuntos estudados, principalmente na questão da visualização das formas espaciais. Uma das maneiras de elucidar melhor tal conceito é por meio do uso de material didático (MD).

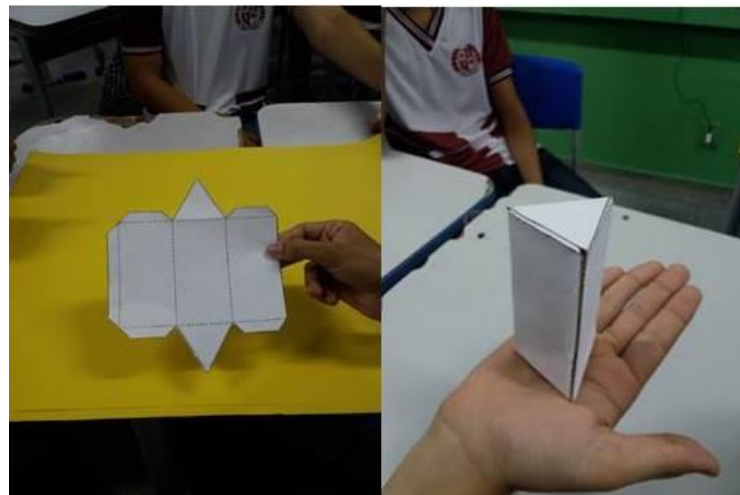
Conforme Lorenzato (2010, p. 18), um MD “é qualquer instrumento útil ao processo de ensino-aprendizagem”. Como exemplos de MD, podemos ter: um livro, uma calculadora, uma caixa, um jogo, um slide, um mapa, etc. O autor (p. 18), ainda destaca que:

²² Disponível em: <<http://construtor.aprendebrasil.com.br/up/57340025/2960463/t137.asp>>. Acesso em: 28 Mai. 2018.

Apesar dessa enorme gama de possibilidades, todos os MD constituem apenas um dos inúmeros fatores que interferem no rendimento escolar do aluno. Os MD podem desempenhar varias funções, conforme o objetivo que se prestam e, por isso, o professor deve perguntar-se para que ele deseja utilizar um MD: para apresentar um assunto, para motivar os alunos, para auxiliar a memorização de resultados, para facilitar a redescoberta pelos alunos? São as respostas a essas perguntas que facilitarão a escolha do MD mais conveniente à aula.

Há vários tipos de materiais didáticos, como é o caso dos sólidos geométricos construídos com cartolina. Na figura 11 abaixo, tem-se o exemplo de um sólido construído, com o uso de papel, pelos discentes participantes desta investigação, na fase de aplicação da sequência didática.

Figura 11 – Prisma triangular e sua planificação.



Fonte: MD construído pelos discentes nesta pesquisa (2018).

Conforme mencionado no tópico 1.2, as TD estão ocupando seu espaço no processo de ensino-aprendizagem da matemática. Na figura 12 a seguir, são utilizados dispositivos móveis pelos participantes da pesquisa, dotados de uma TD denominada Realidade Aumentada (RA), objeto de estudo do presente trabalho, para elucidação das características dos sólidos geométricos prismas, mais especificamente no ensino da geometria espacial (tópico 1.4). A figura 12 exemplifica a RA aplicada à geometria espacial.

Figura 12 – O prisma hexagonal em RA.



Fonte: A RA utilizada pelos discentes nesta pesquisa (2018).

1.4 Realidade Aumentada e/na Geometria Espacial

A Realidade Aumentada (RA), já comentada na introdução desta pesquisa, apresenta no âmbito educacional, conforme Kirner (2013), características bastante favoráveis quanto ao seu uso: interatividade intuitiva no ambiente do usuário, envolvendo textos, imagens, objetos 3D, vídeos, entre outros, exigindo participação ativa do estudante; alto grau de motivação e envolvimento, decorrente dos elementos interativos inovadores utilizados; independência de dispositivos especiais, uma vez que pode usar somente um computador com webcam ou mesmo um *tablet*; autonomia na exploração da aplicação; adequação a diversos tipos de estilos de aprendizagem, apresentando o assunto através de conteúdo rico em múltiplas mídias; alto potencial de uso em trabalhos colaborativos.

Neste tópico, apresenta-se a definição de RA, seu funcionamento e aplicações. Traz ainda um mapeamento de pesquisas acadêmicas sobre a temática RA aplicada à Matemática, mais especificamente como um material didático para a aprendizagem dos conceitos relacionados à Geometria Espacial. Visto que a RA traz em suas características a visualização de objetos tridimensionais, esta tecnologia se propõe a elucidar certas “barreiras” cognitivas encontradas pelos alunos.

1.4.1 Definição de RA, funcionamento e aplicações

Uma das tecnologias que tem mais evoluído nesses últimos anos, nesta atmosfera digital a qual estamos vivenciando, é a Computação Gráfica (CG). A CG tem como objetivo auxiliar na melhor percepção de conjunto de dados, descrevendo ambientes e visualizando processos de simulação por meio de técnicas (FOLEY et al., 1999). Temos como exemplos de subáreas da CG, a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA).

A RV “oferece ao usuário a possibilidade de navegar por um ambiente virtual tridimensional de maneira bem próxima a um ambiente real” (TORI, 2010, p. 152). Já a RA “objetiva suplementar o mundo real com objetos virtuais, gerados computacionalmente, de tal forma que aparentem coexistir no espaço real” (AZUMA et al, 2001, p. 34-47). Na RV o ambiente principal é o virtual, já na RA tem-se como ambiente principal o mundo real. Conforme Porto, Oliveira e Neto (2016, p. 133):

Uma das principais características da RA é que o usuário não se mantém imerso em um ambiente de Realidade Virtual, ele mantém o sentido de presença do mundo físico e dos objetos/ações virtuais auxiliados por um mecanismo que irá sobrepor virtual e físico de forma combinada.

Pode-se definir a RA como a sobreposição de objetos virtuais (textos, sons, imagens, objetos 3D²³) num ambiente real em tempo real, gerados por computador, e visualizados por meio de um dispositivo tecnológico digital, que pode ser um monitor, um capacete, um dispositivo móvel (*smartphone, tablet*). São três as características fundamentais para que um sistema seja considerado de RA (AZUMA, 2001, p. 34-47): combinar elementos reais e virtuais, gerados computacionalmente, em um ambiente real; ser executado em tempo real e interativamente; alinhar (registrar) tridimensionalmente entre si os objetos reais e virtuais.

A RA pode ser classificada de acordo com a forma de visualização (TORI, 2010, p. 159-160): *optical see-through*: uso de equipamentos ópticos, como óculos com visores ou projetores de vídeo semitransparentes, que mesclam imagens virtuais à cena real, que pode ser observada diretamente pelo usuário; *video see-through*: a cena real é captada por uma ou mais câmeras misturadas aos elementos virtuais e enviada ao usuário, que visualiza apenas o vídeo final; neste caso, se o vídeo for interrompido, o usuário ficará sem nenhuma visão do ambiente real; monitor: similar ao *video see-through*, com a diferença de que a imagem é visualizada em um monitor; projeção: na realidade aumentada baseada em projetores, as

²³ Objetos 3D, ou tridimensionais, são aqueles que possuem três dimensões (comprimento, largura e altura), como uma caixa de sapatos, por exemplo.

imagens são geradas sobre os objetos do mundo real, podendo dispensar o uso de óculos, capacetes ou monitores.

Neste trabalho, numa das etapas da pesquisa de campo, foram usados para visualização dos objetos 3D (no caso, os Prismas), *smartphones* e *tablets*, ambos com um aplicativo de RA, e também marcadores (nesta situação, pedaços de papel com um tipo de código de barras), por onde, ao direcionar a câmera para este marcador, de qualquer um desses aparelhos, o prisma era visualizado, proporcionando ao usuário o estudo das características deste sólido geométrico.

A RA, ainda pouco conhecida em outros setores da sociedade, “está em pleno desenvolvimento nos laboratórios de pesquisa, apresentando muito potencial de aplicação e ao mesmo tempo muitos desafios a superar e aprimoramentos a receber” (TORI, 2010, p. 157). Historicamente, especula-se que o conceito de RA tenha surgido na década de 1960, quando Ivan Sutherland, engenheiro elétrico formado por Harvard, criou o primeiro Sistema funcional de RA e RV. Não há um consenso em relação ao criador do termo “realidade aumentada”, mas ele costuma ser atribuído a Thomas P. Caudell, um ex-funcionário e pesquisador da Boeing. Foi a partir do século XX que a RA ganhou mais popularidade com os computadores pessoais e dispositivos móveis.

A RA tem sido aplicada em variadas áreas do conhecimento, como: Arquitetura, Engenharia, Marketing, Medicina, Turismo, *games*, dentre outras. Um projeto que chamou a atenção de arquitetos e engenheiros, foi o *CityViewAR*, o qual permitiu que esses profissionais planejassem a construção de prédios na cidade de Canterbury (Nova Zelândia), após ser atingida por terremoto. A figura 13 a seguir demonstra a aplicação desse projeto.

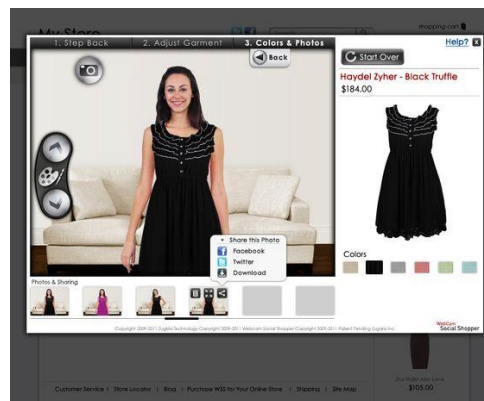
Figura 13 – O projeto CityViewAR.



Fonte: Site ResearchGate.²⁴

Em ações de Marketing, um dos potenciais mais explorados da RA está na demonstração de produtos. É o exemplo da empresa Zugara, localizada no Reino Unido, que criou um provador de roupas baseado em marcadores e captura de movimentos, chamado de *Webcam Social Shopper*, já utilizado por diversas lojas do país.

Figura 14 – Provador de roupas virtual.



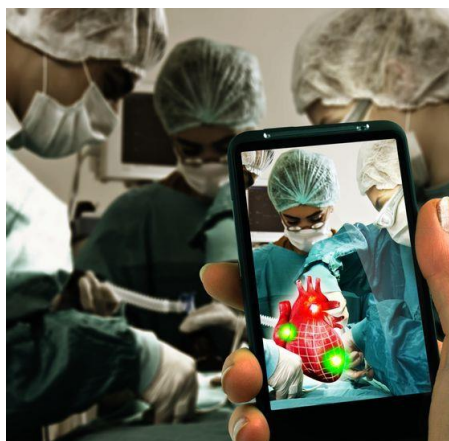
Fonte: Zugara.²⁵

Na Medicina, a RA já auxilia procedimentos cirúrgicos, como o da figura 15 a seguir.

²⁴ Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/CityViewAR-showing-virtual-building-on-site-in-AR-view_fig1_261264112>. Acesso em: 30 Mai. 2018.

²⁵ Disponível em: <http://poqcommerce.com/app-commerce/2012/10/three-virtual-changing-room-apps-for-fashion-retailers/>>. Acesso em: 30 Mai. 2018.

Figura 15 – RA na Medicina.



Fonte: *VirtualMentis*.²⁶

Na área de Turismo, a RA pode auxiliar na localização de restaurantes, hotéis, museus, entre outros pontos turísticos da cidade visitada, conforme a figura 16.

Figura 16 – RA aplicada ao Turismo.



Fonte: *G-Cube Blog*.²⁷

Um dos pontos fortes da RA, ultimamente, é sua aplicação na criação de *games*, especificamente para dispositivos móveis. Um dos exemplos mais conhecidos é o jogo *Pokémon GO* (Figura 17), cujo objetivo é capturar, batalhar e treinar criaturas virtuais, denominadas *Pokémon*, que aparecem nas telas dos *smartphones* e *tablets* como se fossem no mundo real.

²⁶ Disponível em: <http://virtualmentis.altervista.org/>. Acesso em: 30 Mai. 2018.

²⁷ Disponível em: <https://www.gc-solutions.net/blog/augmented-reality-in-social-media-marketing-mobile-apps-and-more/>. Acesso em: 30 Mai. 2018.

Figura 17 – Jogo *Pokémon GO*.



Fonte: Site Mestre *Pokémon GO*.²⁸

1.4.2 RA na Geometria Espacial

Este subtópico está dividido em duas partes, a primeira correspondendo ao mapeamento de trabalhos correlacionados à temática desta pesquisa, e a segunda, de forma mais específica, traz experiências de aplicação da RA na aprendizagem de Poliedros.

A) Mapeamento de Pesquisas

Os estudos relacionados no quadro 1 (Apêndice 1) apontam a temática Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos relacionados à Geometria Espacial. No mapeamento feito, observou-se que este objeto de estudo foi pesquisado pela primeira vez por Araújo (2013), da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Outro estudo foi desenvolvido no ano seguinte por Duncan (2014), da Universidade Estadual do Norte Fluminense. Tivemos ainda os trabalhos desenvolvidos por Santos (2015) da UFPA, França (2015) da UFPA, Gomes (2015) da UFG, e os últimos, por Valentin (2017) da UFRJ e Silva (2017), da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Dos trabalhos pesquisados e posteriormente analisados no mapeamento, três deles, Duncan (2014), Valentin (2017) e Silva (2017), foram os que mais se aproximaram do objeto de estudo da presente investigação. Os referidos trabalhos apresentaram pesquisa de campo, tendo como sujeitos investigados alunos e (professores) de instituições públicas da educação básica; técnicas de observação, com aplicação de questionários e sequência didática; como também aporte teórico semelhante ao desta investigação.

²⁸ Disponível em: <<http://pokemongomestre.com.br/sistema-de-spawn-no-pokemon-go-o-que-e/>>. Acesso em: 01 Jun. 2018.

Neste contexto, o estudo de campo de Duncan (2014) objetivou contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem do conteúdo pirâmides no Ensino Médio. A autora apresentou uma sequência didática que utilizou a Realidade Aumentada, como uma tecnologia educacional, aos alunos licenciandos em matemática do Instituto Federal Fluminense. Para a parte experimental desta pesquisa, a realidade aumentada foi desenvolvida num ambiente baseado na linguagem de programação Java. Para avaliar a sequência didática, foi aplicado aos alunos um questionário. Segundo a autora, os licenciandos, colaboradores da pesquisa, avaliaram a proposta como atrativa e dinâmica, destacando a visualização por meio da RA como ponto mais relevante. A autora traz em suas conclusões que num futuro próximo os livros didáticos possam trazer marcadores programados para que alunos, com o auxílio de um celular, *tablet* ou computador, possam estudar em qualquer lugar e visualizar o objeto de aprendizagem em tempo real.

Assim como Duncan (2014), o trabalho de Valentin (2017) se configurou num estudo de campo, propondo o uso de novas tecnologias no ensino da geometria espacial, especificamente o uso da realidade aumentada (RA) por meio da sobreposição de objetos virtuais gerados por computador num ambiente real.

Esta pesquisa foi feita com um grupo de alunos do ensino médio, em uma instituição privada, que experimentou o *software* de realidade aumentada *NIZ*. Segundo o autor, os alunos se mostraram bastante animados, prestando atenção em cada etapa da experiência. De acordo com Valentin (2017), os resultados, após o experimento, indicam que os alunos sentem uma grande dificuldade em visualizar a “parte de trás” dos sólidos geométricos, e com o uso do *software* a percepção das figuras foi melhor do que os desenhos na lousa (modo tradicional). O autor ainda concluiu que a pesquisa ajudou a aprofundar os conhecimentos sobre as novas tecnologias na educação, bem como o uso da RA possibilitou um aumento motivacional no empenho dos alunos.

A pesquisa de Silva (2017) teve como finalidade analisar os aspectos relevantes do uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC) no ensino de Matemática, especificamente o desenvolvimento e uso de aplicativos educacionais baseados em dispositivos móveis com a utilização de recursos de Realidade Aumentada. Por meio de uma pesquisa de campo, Silva (2017) aplicou um experimento aos docentes com tempo de carreira e em fase de formação, e a um grupo de alunos do ensino médio, divididos por série. Esta experiência teve o propósito de identificar e analisar a pré-disposição dos professores em utilizar as TIC nas aulas de Matemática, como também a interação e satisfação do uso do aplicativo de Realidade Aumentada *ARSolids* pelos discentes e docentes. Vale destacar que

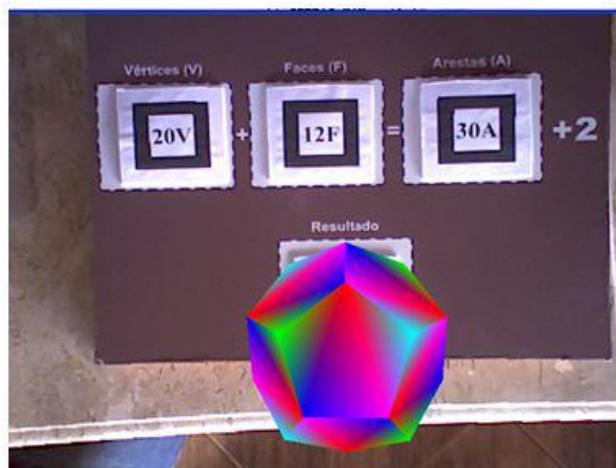
foi o próprio autor da pesquisa quem criou o aplicativo de RA. Silva (2017) concluiu com seu trabalho que os alunos obtiveram um resultado satisfatório nas atividades com o uso do aplicativo, e que a maioria dos sujeitos pesquisados considerou relevante, em relação ao método tradicional, o uso da tecnologia de RA em sala de aula para abordagem de conteúdos de Matemática.

De modo geral, observou-se, mediante a realização do mapeamento, que os estudos encontrados demonstraram correlação com esta pesquisa, seja nos aspectos metodológicos ou nos referenciais teóricos utilizados.

B) Realidade Aumentada na Aprendizagem de Poliedros

Lemos e Carvalho (2010), no artigo intitulado “Uso de realidade aumentada para apoio ao entendimento da relação de Euler”, apresenta um *software* baseado em RA, denominado SISEULER. Este *software*, segundo os autores, proporciona ao aluno, através da visualização e manipulação de objetos 3D, uma melhor compreensão do assunto Relação de Euler. Na figura 18, temos o exemplo do sólido geométrico dodecaedro, no formato virtual, sendo comprovada a relação de Euler ($20 \text{ vértices} + 12 \text{ faces} = 30 \text{ arestas} + 2$), pelo SISEULER.

Figura 18 – Dodecaedro virtual e a relação de Euler.

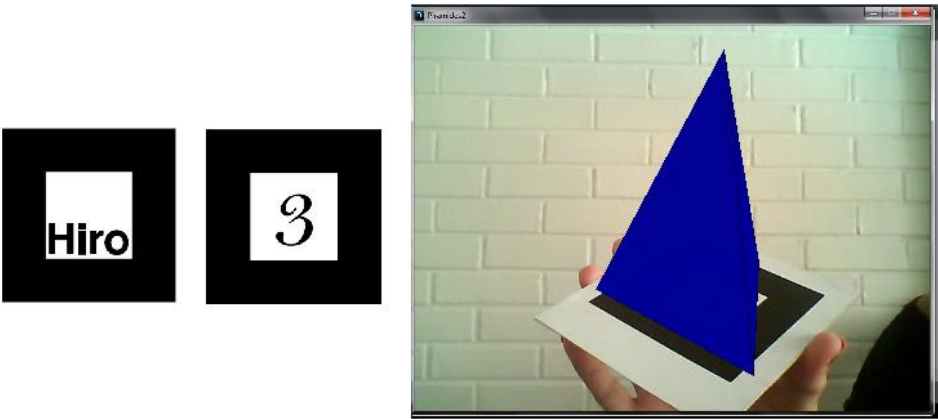


Fonte: Lemos e Carvalho (2010).

Duncan (2014) desenvolveu um trabalho com licenciandos em Matemática do Instituto Federal Fluminense, aplicando a RA para o ensino de Pirâmides. Utilizou-se de

marcadores²⁹ e da *webcam* do computador para visualização do sólido geométrico estudado e identificação de suas características (Figura 19).

Figura 19 – Marcadores e a Pirâmide Triangular Regular na tela do computador.



Fonte: Duncan (2014).

Valentin (2017), junto com alunos do ensino médio, aplicou uma experiência com o uso do *software* de RA chamado *NIZ*. Com este *software*, os discentes puderam visualizar os sólidos geométricos, após a identificação do marcador, na forma de cubo, da câmera do computador, conforme figura 20.

Figura 20 – Sólidos geométricos formados.

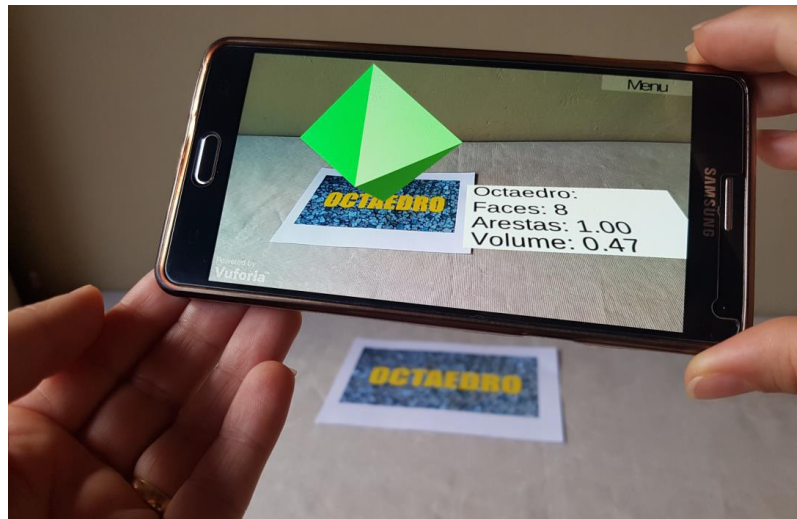
		
Prisma retangular	Prisma paralelogramo	Prisma trapezoidal
		
Pirâmide quadrada	Pirâmide hexagonal	Pirâmide dodecagonal

Fonte: Valentin (2017).

²⁹ Formas geométricas quadradas, contendo em seu interior símbolos para serem identificados.

Por fim, na experiência pedagógica de Silva (2017), alunos e professores se utilizaram de um aplicativo de celular, com a tecnologia RA, para estudo das formas geométricas espaciais e seus elementos. Na figura 21 abaixo, tem-se um exemplo dessa experiência, destacando o uso do cartão (marcador) e do celular, como dispositivo para exibição do sólido.

Figura 21 – Ação do aplicativo a partir da leitura do cartão.



Fonte: Silva (2017).

Foi observado, por meio dessas experiências, que é possível integrar a RA, seja por meio de um computador, celular ou *tablet*, no aprendizado de conteúdos matemáticos. Com isso, professores e alunos, de forma conjunta, tendem a colaborar uns com os outros pela busca e construção de novos conhecimentos.

Assim como foi relatada a aplicação da RA para aprendizagem matemática nas experiências anteriores, esta pesquisa, aqui dissertada, baseou-se num trabalho empírico, envolvendo uma tecnologia como material didático, conteúdos matemáticos e discentes em sala de aula. A segunda seção, correspondente à metodologia, traz o relato deste trabalho, apresentando os sujeitos colaboradores, cenário da pesquisa, objetivos e métodos utilizados.

SEÇÃO 2 - O PROCESSO INVESTIGATIVO

Esta seção, organizada em quatro tópicos, norteia a metodologia da pesquisa por meio da apresentação de métodos, instrumentos de coleta, campo empírico e sujeitos participantes. A metodologia de qualquer investigação é o alicerce para que os objetivos sejam alcançados, e conseqüentemente, a indagação ou indagações a respeito da temática pesquisada seja(m) respondida(s).

2.1 Encaminhamento Metodológico e Objetivos

A metodologia utilizada nesse processo de investigação, com o intuito de ratificar ou refutar os objetivos propostos e responder à questão norteadora “Como a utilização da Realidade Aumentada (RA) contribui para a aprendizagem de poliedros do tipo prismas?”, constou, preliminarmente, de um levantamento dos referenciais de autores como Bairral (2009), Belloni (2005), Biaconchini e Valente (2011), Borba (2013; 2015), Chizzotti (1998), D’ambrósio (1999; 2012), Lorenzato (2010), Tori (2010), Vasconcelos (2017), dentre outros teóricos que fundamentaram a pesquisa.

A pesquisa bibliográfica tem como finalidade “colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto [...]” (LAKATOS E MARCONI, 2009, p. 185).

Essa busca inicial pela bibliografia adequada é de fundamental importância ao trabalho de pesquisa para resultados consistentes. De acordo com Lakatos (2003, p. 183), esse tipo de investigação,

[...] abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito.

Além do levantamento bibliográfico feito em livros impressos, pesquisou-se também em fontes eletrônicas. Mattar (2017, p. 185) enfatiza que, “essa informatização das referências gerou facilidade e aumento de velocidade consideráveis para a pesquisa bibliográfica, pois a informação eletrônica serve para a pesquisa por palavras e por assuntos”.

Por meio dessas fontes eletrônicas, com o propósito de conhecer pesquisas que abordaram o objeto de estudo deste trabalho, foram feitos mapeamentos no repositório da Universidade Federal de Sergipe (UFS), na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

(BDTD) e no Banco de Dissertações do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT). Os resultados desse mapeamento constataram que nenhum trabalho foi encontrado no repositório da UFS e apenas um na BDTD. Por meio deste trabalho encontrado na BDTD, o pesquisador conheceu mais seis do PROFMAT. Com isso, nesse mapeamento foram encontradas sete produções, dentre as quais, três delas se aproximaram mais do objeto de estudo, tanto no aspecto teórico quanto metodológico.

Dada à natureza dos dados, essa investigação teve uma abordagem qualitativa. Segundo Vasconcelos (2017, p. 40), “na abordagem qualitativa, o pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo”. Como ocorrido nesta investigação, mesmo sendo qualitativa, a coleta de dados quantitativos não é descartada, principalmente nas etapas de exploração do campo ou que estes dados possam mostrar uma relação mais intensa entre fenômenos particulares (CHIZZOTTI, 1998),

Ainda, segundo o autor:

Na pesquisa qualitativa todos os fenômenos são igualmente importantes e preciosos: a constância das manifestações e sua ocasionalidade, a frequência e a interrupção, a fala e o silêncio. É necessário encontrar o significado manifesto e o que permaneceu oculto. Todos os sujeitos são igualmente dignos de estudo, todos são iguais, mas permanecem únicos, e todos os seus pontos de vista são relevantes: do culto e do iletrado, do delinquente e do seu juiz, dos que falam e dos que se calam, dos normais e dos anormais (p.85).

Bogdan e Bilken (1994, apud BORBA e ARAÚJO, 2013) apresentam caracterizações de pesquisas qualitativas: nesta investigação a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; ela é descritiva; os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; os investigadores tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; o significado é de importância vital neste tipo de abordagem.

Como método de procedimento, essa pesquisa se caracterizou como um estudo de caso. Segundo (LAKATOS e MARCONI, 2009, p. 223), os métodos de procedimento,

constituem-se nas etapas mais concretas da investigação, com finalidade mais restrita em termos de explicação geral dos fenômenos menos abstratos. Pressupõe uma atitude concreta em relação ao fenômeno e estão limitadas a um domínio particular.

No campo da Educação Matemática, conforme Ponte (2006, p. 3):

Os estudos de caso têm sido usados para investigar questões de aprendizagem dos alunos bem como do conhecimento e das práticas profissionais de professores, programas de formação inicial e contínua de professores, projetos de inovação curricular, novos currículos, etc.

Gil (1999, p. 73), esclarece que, “o estudo de caso pode, pois, ser utilizado tanto em pesquisas exploratórias quanto descritivas ou explicativas”. Com isso, a pesquisa em questão, caracteriza-se como um trabalho exploratório-descritivo, visto que o *lócus* foi explorado com técnicas de investigação para obtenção de dados, bem como descrito após trabalho de campo.

No desenvolvimento do estudo de caso, identificam-se três fases: a seleção e delimitação do caso; o trabalho de campo; a organização e redação do relatório. De acordo com Chizzotti (1998, p. 102):

O estudo de caso é uma caracterização abrangente para designar uma diversidade de pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários casos a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, objetivando tomar decisões a seu respeito ou propor uma ação transformadora.

Na segunda fase do estudo de caso, denominada de “trabalho de campo”, que consiste em reunir e organizar um conjunto comprobatório de informações (CHIZZOTTI, 1998), é o momento em que serão aplicadas as técnicas para a coleta dos dados que, a *posteriori*, serão avaliados por um método de análise específico. Na presente pesquisa foram utilizados questionários no seu início e término, aplicação de uma sequência didática e observação-participante (durante todo o processo). Segundo Yin (2001) é importante privilegiar a coleta de dados a partir de múltiplos instrumentos de coleta.

Na observação participante, o pesquisador se utilizou de dispositivos audiovisuais (filmadora e câmera fotográfica do celular) e diário de campo para registro da participação dos sujeitos colaboradores em todas as etapas da investigação *in loco*. Ressalta-se que, no início do trabalho de campo, o pesquisador observou que os sujeitos ficaram incomodados com a filmagem, diante disso, este instrumento de coleta foi dispensado. A observação participante ou direta é obtida, conforme Chizzotti (1998, p. 90), “por meio do contato direto do pesquisador com o fenômeno observado, para recolher as ações dos atores em seu contexto natural, a partir de sua perspectiva e seus pontos de vista”.

Discutindo a temática, Gil (1999, p. 113) menciona que:

A observação participante, ou observação ativa, consiste na participação real do conhecimento na vida da comunidade, do grupo ou de uma situação determinada. Nesse caso, o observador assume, pelo menos até certo ponto, o papel de um membro do grupo. Daí por que se pode definir observação participante com a técnica pela qual se chega ao conhecimento da vida de um grupo a partir do interior dele mesmo.

No que concerne aos questionários, foi aplicado, no início da investigação, um teste de sondagem (Apêndice 2) aos sujeitos colaboradores, o qual visou a adquirir informações sócio-culturais e também direcionadas à relevância das tecnologias digitais ao processo de ensino-

aprendizagem da Matemática. Na etapa final, outro questionário (Apêndice 3) foi aplicado, agora com a finalidade de responder a questão norteadora levantada na pesquisa para concretização dos objetivos propostos. Consoante Lakatos e Marconi (2009, p. 203):

Questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Em geral, o pesquisador envia o questionário ao informante, pelo correio ou por um portador; depois de preenchido, o pesquisado devolve-o do mesmo modo.

A construção do questionário significa basicamente traduzir os objetivos da pesquisa em questões específicas, e as respostas proporcionarem dados requeridos para teste das hipóteses ou esclarecimento do problema de pesquisa (GIL, 1999).

Após a descrição do encaminhamento metodológico da pesquisa, apresentam-se os objetivos propostos dessa investigação. Nessa concepção, a pesquisa tem como objetivo geral: Compreender a utilização da Realidade Aumentada (RA) na aprendizagem dos sólidos geométricos prismas. Como objetivos específicos, têm-se: desenvolver uma sequência didática com discentes do 2º ano do Ensino Médio; aplicar software de Realidade Aumentada a partir de dispositivos móveis; identificar a aprendizagem em poliedros prismas com o uso da Realidade Aumentada; mensurar tecnicamente o aplicativo *Geometry-AR*.

2.2 Campo Empírico, Sujeitos Participantes e Etapas da Pesquisa

O *lócus* da pesquisa, aplicada no período de duas semanas no mês de abril, foi uma Instituição Pública Estadual de Ensino, localizada em Aracaju/SE. O Colégio Estadual Barão de Mauá (Figura 22), unidade de ensino da Diretoria de Educação Básica de Aracaju (DEA), que pertence à Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe (SEDUC/SE), está localizado no Conjunto Orlando Dantas, Bairro São Conrado, zona sul da capital sergipana. Foi inaugurado em 11 de março de 1987, sendo reformado nos anos de 1991 e 2001.

O colégio foi construído numa área de 3156 m², de um terreno de 16752 m². Tem em sua estrutura: laboratório de informática, quadra poliesportiva, biblioteca, sala de vídeo, sala de artes cênicas, sala de pré-vestibular, cozinha com refeitório e onze salas de aula. Com 1197 alunos matriculados, no período da pesquisa, o colégio funciona nos turnos matutino, vespertino e noturno. Seu corpo docente é composto por 58 professores, que lecionam em turmas do 9º Ano do Ensino Fundamental e Ensino Médio. O último Índice de

Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) foi em 2015, com uma nota de 3,8³⁰ (três vírgula oito), maior que dos últimos índices calculados.

Figura 22: Colégio Estadual Barão de Mauá.



Fonte: Material da pesquisa (2018).

Os sujeitos participantes desta investigação foram os discentes da turma F do 2º Ano do Ensino Médio, do turno vespertino. Participaram 32 alunos no início do trabalho de campo da pesquisa, finalizando com 28 discentes. Justifica-se a escolha dessa turma devido aos discentes estarem estudando o conteúdo prismas, como também pelo fato de o pesquisador ser docente desta turma na instituição, contribuindo de certa forma com a pesquisa.

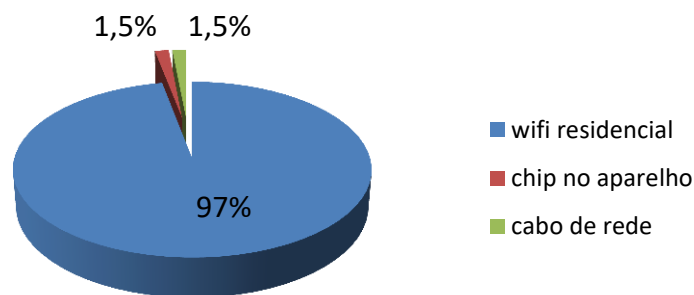
Através da aplicação do primeiro questionário (Apêndice 2), denominado teste de sondagem, alguns perfis dos colaboradores foram identificados, os quais foram fundamentais para o bom andamento da pesquisa. A faixa etária dos colaboradores da pesquisa está entre 15 e 20 anos, prevalecendo a idade de 17 anos. Na turma 52% dos discentes são do sexo feminino, enquanto que 48% são do sexo masculino.

Um dos pré-requisitos para a pesquisa de campo era que os sujeitos colaboradores possuíssem telefone celular, como também tivessem acesso à internet. Com os dados do questionário inicial, identificou-se que aproximadamente 100% dos discentes possuem telefone celular. Destes, todos os aparelhos continham configurações que suportaram o aplicativo utilizado na sequência didática como recurso para o estudo dos prismas.

³⁰ IDEB do Colégio Estadual Barão de Mauá no ano de 2015. Disponível em: <<https://www.seed.se.gov.br/redeestadual/Escola.asp?cdescola=306&cdestrutura=111>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

Como os alunos não tinham acesso à internet na escola onde foi aplicada a pesquisa de campo, questionou-se aos mesmos de que local fariam o *download* do aplicativo em seus telefones celulares. Obteve-se no gráfico 1 abaixo, que 100% deles, de alguma forma, acessava à internet, e destes 87% via *wifi* em suas residências, 1,5% através de *chip*, instalado no próprio aparelho, e outro 1,5% via cabo de rede, também na residência.

Gráfico 1: Formas de acesso à internet pelos discentes.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com os dados referentes ao quantitativo de discentes que possuem telefones celulares, bem como as formas de acesso à internet, foi possível dar prosseguimento ao estudo de campo com a aplicação da sequência didática e experimentação do aplicativo de Realidade Aumentada.

Na primeira etapa do trabalho de campo, ou seja, *in loco*, o professor-pesquisador apresentou a pesquisa aos alunos, explicando seus objetivos e, em seguida, aplicou o primeiro questionário, denominado teste de sondagem (Figura 23), que constou de treze questões. A finalidade deste teste foi a de obter dados relativos ao perfil dos sujeitos colaboradores, seus conhecimentos prévios sobre os sólidos geométricos prismas, e também outros dados relacionados à importância das TIC no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

Figura 23: Aplicação do Teste de Sondagem aos discentes.



Fonte: Material da pesquisa (2018).

Prosseguindo com a investigação em campo, da segunda à sexta etapa, foi aplicada aos discentes uma Sequência Didática (SD). Uma sucessão de aulas cujo objetivo foi a preparação dos discentes para o estudo dos sólidos geométricos prismas, com a experimentação, como recurso didático, do aplicativo de realidade aumentada.

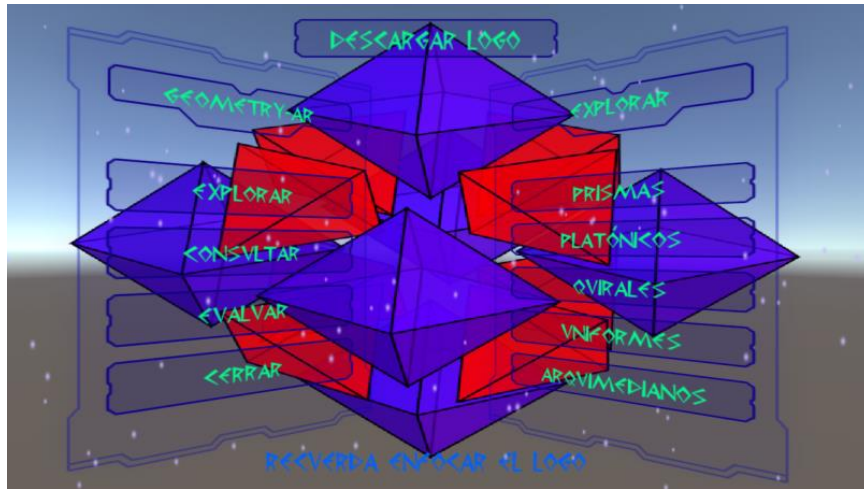
A última etapa se configurou no momento de aplicação do segundo questionário (Apêndice 3), que teve por finalidade a obtenção dos dados relativos aos questionamentos, após a SD, feitos aos sujeitos colaboradores, para concretização dos objetivos propostos da pesquisa, respondendo à questão norteadora. Este questionário também se propôs a mensurar a usabilidade do aplicativo de realidade aumentada utilizado durante a sequência didática.

2.3 Aplicativo de Realidade Aumentada e Sequência Didática

O Aplicativo de Realidade Aumentada (RA) utilizado como interface pedagógica para o ensino dos sólidos geométricos prismas na Sequência Didática (SD), denominado *Geometry-AR* (Figura 24), foi baixado através do *Google Play*³¹. De autoria do licenciado Mario Bermudez, foi lançado em 23 de outubro de 2016 e atualizado em 5 de maio de 2017. Este aplicativo, cuja versão atual é 1.0.4, tem como finalidade mostrar no formato tridimensional um grande número de sólidos geométricos, dentre eles: os famosos sólidos platônicos, prismas e sólidos de Arquimedes.

³¹ *Google Play* é um serviço de distribuição digital de aplicativos, jogos, filmes, programas de televisão, músicas e livros, desenvolvido e operado pela *Google*.

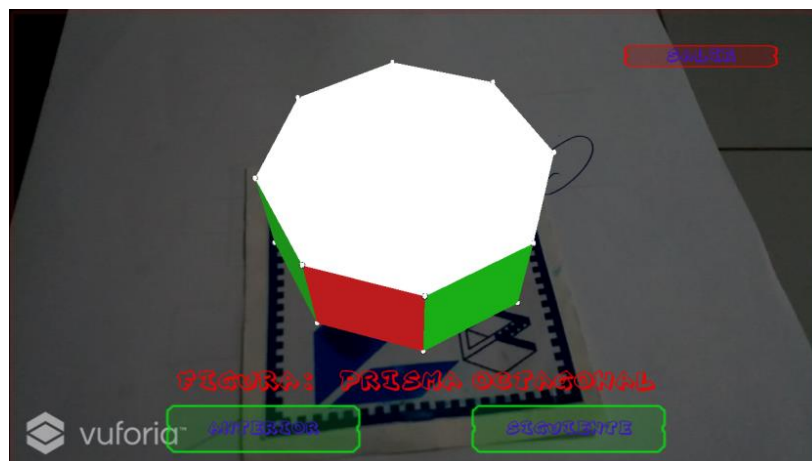
Figura 24: Aplicativo *Geometry-AR*.



Fonte: Acervo do pesquisador (2018).

Pelo aplicativo *Geometry-AR* (Figura 25) é possível visualizar, de quase todos os ângulos, os sólidos geométricos, destacando o conceito de profundidade, tridimensionalidade, etc. Esta aplicação não só oferece a oportunidade de ver o sólido, como também oportuniza calcular seu volume, a área de sua superfície e a identificação dos vértices, arestas e faces.

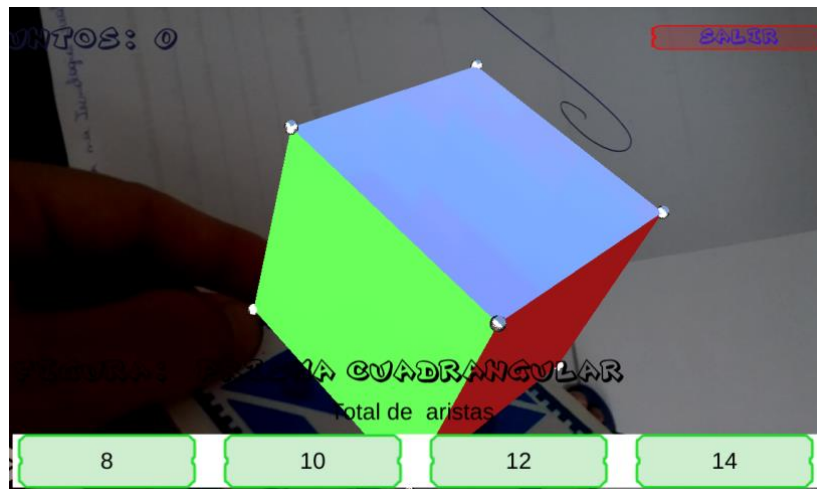
Figura 25: Aplicativo *Geometry-AR* apresentando o prisma octogonal com suas arestas, faces e vértices.



Fonte: Acervo do pesquisador (2018).

Além de apresentar os sólidos com seus conceitos, o aplicativo também traz questões para serem respondidas com *score* de pontuação, como uma forma de estímulo aos estudos das formas geométricas, conforme a figura 26.

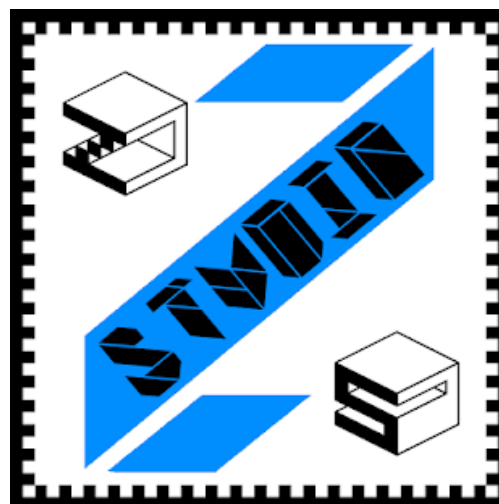
Figura 26: Aplicativo *Geometry-AR* com questões sobre sólidos.



Fonte: Acervo do pesquisador (2018).

A usabilidade e funcionamento do aplicativo *Geometry-AR* se dá da seguinte forma: primeiro o usuário imprime (do próprio aplicativo) um tipo de código de barras, identificado como marcador (Figura 27); em seguida direciona, com o aplicativo ligado, a câmera do dispositivo móvel (celular ou *tablet*) para o marcador; após este direcionamento, pela tela do dispositivo é possível visualizar os sólidos geométricos, seus elementos, dentre outras características.

Figura 27: Marcador de RA do aplicativo *Geometry-AR*.



Fonte: Acervo do pesquisador (2018).

Após descrição do aplicativo, discorre-se a respeito do procedimento didático-pedagógico empregado para a abordagem dos sólidos geométricos prismas com a aplicação da RA. Este procedimento empregado foi a Sequência Didática. Segundo Zabala (1998, p. 18), a SD é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de

certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim, conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”. Esse conjunto é visto por Cabral (2017, p. 34, grifo do autor), como:

Um conjunto de intervenções “passo a passo” dirigido pelo professor com a finalidade de atingir objetivos de aprendizagem, sugerindo a ideia de elos conectados de uma corrente. Cada elo posterior está devidamente articulado aos elos anteriores e permite outras articulações com elos subsequentes. Uma forma de rede que se estrutura a partir dessas articulações conceituais.

A sequência didática denominada “Os sólidos geométricos prismas por meio da realidade aumentada”, que teve como principal objetivo “promover a aprendizagem do conteúdo prismas com a aplicação da Realidade Aumentada”. A SD foi desenvolvida com os discentes, e programada para cinco aulas, com duração de 50 minutos, cada. Ressalta-se que A aplicação da SD foi feita da 2ª a 6ª etapa deste processo investigativo.

A 1ª aula da SD (Apêndice 4) objetivou exibir um vídeo sobre poliedros e apresentar o conteúdo sólidos geométricos prismas através de uma aula expositiva com o uso do quadro-branco. Os alunos, neste primeiro encontro da SD, foram avaliados pela participação na discussão sobre o vídeo e na aula expositiva.

A 2ª aula da SD (Apêndice 5) teve como propósito a construção dos sólidos geométricos prismas com material concreto (cartolina) para revisão do conteúdo por meio da experimentação. Foi trabalhada neste momento a planificação dos prismas, com a identificação de seus elementos, classificação e denominação. Os alunos foram avaliados por meio da construção e revisão em grupo do conteúdo trabalhado.

Na 3ª aula da SD (Apêndice 6), os alunos resolveram questões sobre prismas (Apêndice 9) e também foram apresentados ao aplicativo de Realidade Aumentada *Geometry-AR*, o qual foi utilizado para elucidar as características dos sólidos geométricos estudados. Nesta aula os discentes também foram orientados a fazer o *download* do aplicativo, pois na aula seguinte da SD, os mesmos iriam manipular o aplicativo *Geometry-AR*. Neste momento, os participantes foram avaliados através da resolução de questões sobre o conteúdo.

A 4ª aula da SD (Apêndice 7) caracterizou-se pela exibição de um vídeo (Figura 28) sobre Realidade Aumentada aplicada em alguns setores da sociedade e, em específico, na educação. Os alunos também foram orientados a manipular o aplicativo *Geometry-AR*, como também estudarem por meio dele o conteúdo. Os discentes foram avaliados pelas discussões sobre o vídeo exibido e pela usabilidade do aplicativo.

Figura 28: Professor-pesquisador explicando sobre RA.



Fonte: Material da pesquisa (2018).

A 5ª aula da SD (Apêndice 8) foi o último momento da sequência, em que os alunos revisaram o conteúdo sólidos geométricos prismas através da resolução de questões, exclusivamente, com o uso do aplicativo *Geometry-AR*. Os mesmos foram separados em grupos, e como uma forma de gincana, foram respondendo os exercícios propostos pelo aplicativo. A avaliação dos discentes, neste último momento da SD, foi feita pela resolução das questões propostas pelo aplicativo de realidade aumentada.

Com o uso do aplicativo de RA, denominado *Geometry-AR*, durante a aplicação da sequência didática, foi possível obter, junto aos sujeitos colaboradores da pesquisa, resultados satisfatórios frente ao uso das TIC para o ensino de conteúdos matemáticos.

2.4 Tratamento e Análise dos dados da Pesquisa

Para tratamento e posterior discussão dos dados coletados na pesquisa, fez-se uso de quadros, gráficos, cálculos de porcentagem, da análise de conteúdo (BARDIN, 2011), e do teste de usabilidade para sistemas de Realidade Aumentada (MARTINS, CORREIA E GUIMARÃES, 2013).

A análise de conteúdo é “uma técnica que se aplica à análise de textos escritos ou de qualquer comunicação (oral, visual, gestual) reduzida a um texto ou documento” (CHIZZOTTI, 1998, p. 98). De acordo com Bardin (2011, p. 37), “é um conjunto de técnicas de análise de comunicação”. Ainda, conforme a autora, a análise de conteúdo,

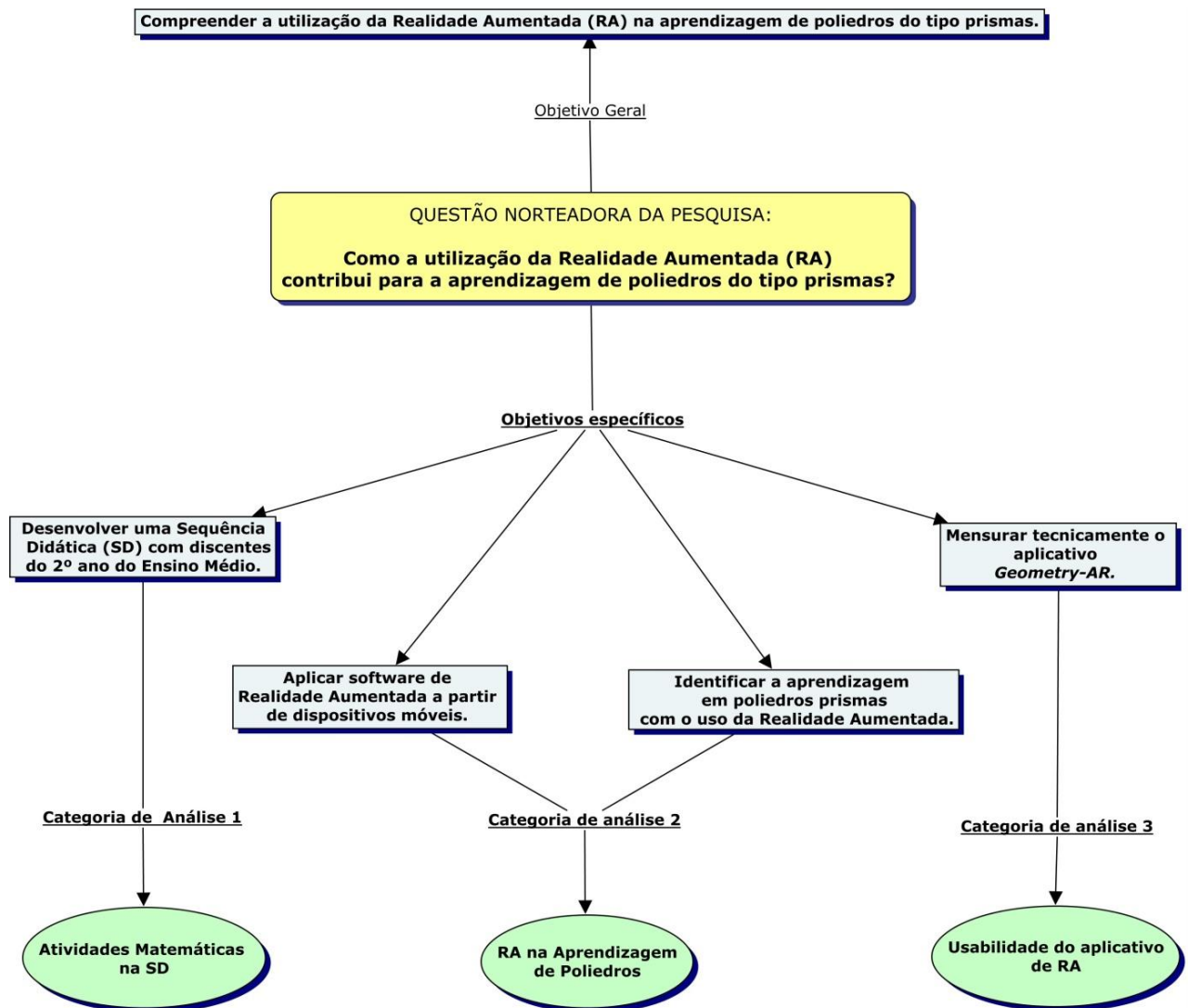
não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos, ou com maior rigor, será um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto: as comunicações (BARDIN 2011, p. 37).

O teste de usabilidade foi usado com o intuito de avaliar a satisfação dos sujeitos envolvidos na pesquisa quanto ao uso do aplicativo de Realidade Aumentada *GEOMETRY-AR*. Esse teste foi pensado especificamente para sistemas que se utilizam da tecnologia de Realidade Aumentada. Serviu também como “termômetro” para a interação usuário-máquina, visto que se o aplicativo não se comportasse como se esperava, poderia comprometer a interação com a Realidade Aumentada, não gerando resultados satisfatórios para a investigação.

No direcionamento desse propósito, ilustrou-se no mapa conceitual (Figura 29), na concepção de Bardin (2011), o desenho da pesquisa sobre a temática desenvolvida durante o presente estudo. Neste mapa, tem-se a relação entre a questão norteadora da pesquisa, seu objetivo geral e categorias baseadas nos objetivos específicos. Categorias estas que apresentarão os dados de todas as etapas da pesquisa e discutirão a respeito das interpretações dos sujeitos participantes.

Os mapas conceituais são diagramas indicando relações entre conceitos. “Eles podem ser vistos como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte de uma disciplina” (MOREIRA & MASINI, 2001, p. 51). No caso do desenho da pesquisa, os conceitos partem dos elementos mais gerais para os mais específicos, relacionando-se entre si. Ainda sobre os mapas, o autor Tolfo (2017, p. 13) afirma que, “a elaboração de mapas conceituais envolve organizar e representar, de forma visual, o conhecimento adquirido sobre um assunto estudado”.

Figura 29: Mapa conceitual do desenho da pesquisa na perspectiva de Bardin.



Fonte: Mapa elaborado pelo pesquisador (2018).

A primeira categoria de análise, de acordo com primeiro objetivo específico da pesquisa, discutirá três indagações feitas no questionário inicial (Apêndice 2), e, também, as atividades desenvolvidas pelos discentes durante a aplicação da sequência didática,. Conforme o segundo e terceiro objetivos específicos, a segunda categoria tende a discutir a respeito da aprendizagem dos alunos em poliedros prismas com a utilização da Realidade Aumentada. Como parâmetros para discussão dessas categorias, serão analisadas três perguntas do questionário inicial, e a primeira parte do questionário final (Apêndice 3). A terceira categoria de análise, consoante ao quarto objetivo específico, discutirá a questão

treze do questionário inicial e segunda parte do questionário final, cujos resultados servirão de base para avaliar o aplicativo de RA.

Em suma, verifica-se que as categorias de análise estão correlacionadas com os instrumentais de coleta da pesquisa, cujos dados serão tratados e analisados para que os objetivos geral e específicos sejam alcançados, e consequentemente respondam a questão norteadora.

Por intermédio do tratamento dos dados e análise categórica da investigação em foco, foi possível obter, junto aos sujeitos colaboradores da pesquisa, os resultados frente ao uso das TD para a aprendizagem de conteúdos matemáticos. Esses resultados, assim como suas discussões, estão retratados na seção seguinte.

SEÇÃO 3 - INTERSECÇÃO DOS DADOS EMPÍRICOS E TEÓRICOS

Esta seção, estruturada em três tópicos, apresenta os resultados e discussões acerca dos dados coletados durante a pesquisa de campo, que buscaram alcançar os objetivos da pesquisa. Discorrem e analisam questões relacionadas à aprendizagem dos poliedros prismas com a utilização da Realidade Aumentada. Tendo como campo de análise uma Instituição Pública de Ensino em Sergipe, esta parte do trabalho de pesquisa focou elucidar as interpretações dos sujeitos colaboradores, em consonância com o arcabouço teórico da temática em foco.

O procedimento metodológico utilizado para as discussões consistiu na análise de conteúdo de Bardin (2011). Para Freitas e Janissek (2000, p. 38, apud BRZEZINSKI, 2015, p. 85), o principal objetivo da análise de conteúdo “é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção com a ajuda de indicadores”.

Segundo Bardin (2011, p. 45, grifos da autora):

O analista de conteúdo é como um arqueólogo: Trabalha com *vestígios*: os “documentos” que pode descobrir ou suscitar. Mas os vestígios são a manifestação de estados, de dados e de fenômenos. Há qualquer coisa para descobrir por e graças a eles. Tal como a etnografia necessita da etnologia para interpretar as suas descrições minuciosas, o analista trabalha para *inferir* (deduzir de maneira lógica) conhecimentos sobre o emissor da mensagem ou sobre o seu meio, por exemplo. Tal como um detetive, o analista trabalha com *índices* cuidadosamente postos em evidência por procedimentos mais ou menos complexos.

Desta feita, cada tópico desta seção apresenta uma categoria de análise, sendo distribuída da seguinte forma: atividades matemáticas na sequência didática; Realidade Aumentada na aprendizagem de poliedros; usabilidade do aplicativo de Realidade Aumentada. Em conformidade com Bardin (2011, p. 147):

As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos.

Em cada categoria, na transcrição das respostas dos questionários, os sujeitos colaboradores da pesquisa foram identificados, aleatoriamente, como A₁ (aluno 1), A₂ (aluno 2), ..., A_n (aluno n). Ressalta-se que responderam ao questionário inicial 31 alunos e 28 ao questionário final.

3.1 Atividades Matemáticas na Sequência Didática



Esta primeira categoria de análise discutirá as questões 9, 10 e 11 do questionário inicial (Apêndice 2), e as atividades desenvolvidas pelos discentes durante a aplicação da Sequência Didática (SD). Estas atividades foram distribuídas da seguinte forma: Confeção de prismas com material manipulável (Anexos: 1 ao 7); Teste avaliativo sobre prismas (Apêndice 9); questões sobre prismas através do aplicativo *Geometry-AR*.

Para início da discussão, salienta-se que, preliminarmente à participação nas atividades matemáticas da SD, os discentes foram questionados a respeito do conhecimento sobre geometria. Para tal, foi aplicado um questionário inicial, denominado “teste de sondagem” (Apêndice 2 – questões 9, 10 e 11). Do total de alunos que responderam a nona questão, 45% afirmaram ter estudado os prismas em séries anteriores, enquanto que 55% disseram não ter estudado.

Na questão 10, os alunos foram indagados a respeito da diferença entre uma forma geométrica bidimensional e tridimensional, visto que numa das etapas da SD, trabalharíamos atividades com esses formatos. Do total, 61% responderam não saber, deixando a questão em branco ou respondendo errado, enquanto que 39% responderam de forma correta (bidimensional com duas dimensões e tridimensional com três dimensões). No entanto, algumas respostas chamaram a atenção do pesquisador, sendo transcritas e comentadas posteriormente.

A₁: Bidimensional é uma figura sem profundidade, tridimensional é uma imagem 3d, como objetos físicos.

A₃: A forma de ver os ângulos é diferente, ou melhor o ângulo em que se vê a figura muda e a torna tridimensional ou bidimensional.

A₂: O ocupamento da área entre uma e outra. Bidimensional – 2 dimensões . Tridimensional – 3 dimensões .

A₅: Bi: (x, y); Tri: (x, y, z).

A resposta de A₁ traz em seu significado, que a forma bidimensional possui uma dimensão a menos, no caso, a profundidade. Já o formato tridimensional ele associa a uma imagem 3D e objetos físicos. No entendimento de A₃, a bidimensionalidade e tridimensionalidade têm a ver com o ângulo de visão dessas formas. Já A₂ leva em conta para explicar a distinção entre as formas, a área ocupada por elas, até desenha um quadrado, como exemplo de uma forma bidimensional e um cubo, como tridimensional.

Enfatizo a resposta dada por A₅, a qual surpreendeu o pesquisador, porque ele se utilizou da noção de coordenadas no plano, assunto estudado no 1º ano do Ensino Médio, porém com mais detalhes no 3º ano, quando se trabalha a Geometria Analítica. Esse tipo de resposta demonstra que, independentemente da Instituição Escolar ser pública ou privada, sempre encontramos alunos diferenciados em relação ao saber matemático.

Inferem-se sobre as respostas dos alunos, os saberes geométricos que eles possuem: a percepção visual e a forma do espaço que ocupam; e o formalismo geométrico, independentemente do rigor da escrita matemática. Essas inferências são corroboradas, em parte, com Bairral (2009) quando frisa que em nosso cotidiano nos deparamos com formas não planas que possuem uma variedade visual e uma diversidade funcional.

A questão 11 solicitava que os alunos classificassem as formas geométricas planificadas em bidimensional ou tridimensional. Aproximadamente 10% erraram todos os itens (de A até E), enquanto que os 90% acertaram aos menos um item. No item A, tinha-se um Retângulo, que possui um formato bidimensional; no item B, um Cubo, cuja forma é tridimensional; no item C, a forma planificada de um cubo, sendo um formato bidimensional, mas alguns alunos identificaram, erradamente, como tridimensional; já no item D, a forma geométrica era um trapézio (bidimensional); e no item E um paralelepípedo com formato tridimensional. Apesar de o cubo ter um formato tridimensional, sua planificação é plana. Alguns discentes se confundiram neste aspecto no item C da questão.

Os resultados apresentados nas questões 10 e 11 justificam-se pelo fato dos alunos sentirem dificuldades na aprendizagem dos conceitos de geometria espacial, que corresponde em sua maioria, à visualização do objeto em estudo. A visualização dos sólidos em perspectiva, nos livros ou no quadro, pode gerar certa dificuldade, pois os alunos podem não ter uma visão espacial apurada.

De acordo com Bairral (2009), os discentes apresentam dificuldades em visualizar e entender algumas ilustrações e representações geométricas. Estas dificuldades são maiores quando se trabalha a geometria espacial, pelo fato dos alunos não terem uma experiência, na maioria das vezes, com essa geometria.

Partindo desse diagnóstico, desenvolveu-se um melhor planejamento no desenvolvimento da SD, especialmente na elaboração das atividades a serem desenvolvidas pelos participantes da pesquisa.

A) Confeccção de prismas

Após a exposição do conteúdo através de aula expositiva, a primeira atividade executada pelos discentes ocorreu na segunda aula da Sequência Didática (SD), cuja finalidade foi a confecção de prismas (Figura 30). Os 34 presentes foram divididos em grupos e munidos de cartolinas, colas, folhas de papel com planificações (Apêndices: 9 ao 15) e tesouras, confeccionaram 7 desses sólidos geométricos: prisma triangular, paralelepípedo, cubo, prisma pentagonal, prisma hexagonal, prisma heptagonal, prisma octogonal. Por meio da observação-participante, constatou-se o interesse dos alunos por este tipo de atividade com material manipulável em sala de aula, sendo bastante proveitosa esta etapa da SD.

Conforme Lorenzato (2010), um material manipulável é um tipo de material didático (MD), sendo um MD qualquer instrumento útil ao processo de ensino-aprendizagem, podendo ser um giz, uma calculadora, um filme, um livro, um jogo, um quebra-cabeça, uma embalagem, uma transparência, entre outros.

Foi notório que alguns discentes sanaram determinadas dificuldades que possuíam por meio da manipulação e consequente visualização dos prismas, identificando suas características, elementos e classificações. Segundo Kaleff (1998), é interessante que o aluno tenha em mãos as estruturas (modelos) de diversos sólidos para que possa aprimorar a sua capacidade de observação e desenvolver a habilidade de visualização. Na figura, expõe-se um dos momentos da atividade com MD manipulável.

Figura 30: Confeccção dos prismas pelos discentes.



Fonte: Material da pesquisa (2018).

B) Teste avaliativo

Na terceira aula da Sequência Didática (SD), o pesquisador aplicou um teste escrito (Apêndice 9), o qual consistiu na resolução de duas questões sobre prismas. Este teste teve a intenção de avaliar a atividade com MD ocorrida na aula anterior da sequência. O propósito da questão 1 era denominar um prisma reto cuja base possuía um polígono de 6 lados (item A), de 8 lados (item B) e 10 lados (item C). Dos 34 alunos que participaram desse teste, na primeira questão, 70% responderam de forma correta o item A, o número de acertos e erros do item B foram iguais a 50%, e apenas 38% acertaram o item C.

A questão 2 trouxe a figura de um prisma hexagonal, solicitando em seus itens o número de vértices (item A), arestas (item B) e faces (item C). Os resultados dessa questão foram: 53% dos alunos responderam de forma correta o item A, apenas 15% acertaram o item B, e 56% fizeram corretamente o item C.

Esses resultados poderiam ser mais satisfatórios, diante do que foi trabalhado na aula anterior. Mas, talvez, por desinteresse dos participantes em serem avaliados, mesmo sendo uma pesquisa, ou inferindo-se que a prática pedagógica com o uso dos sólidos geométricos construídos com cartolina, por serem de material manipulável estático, permitindo só a visualização, não proporciona o resultado esperado (LORENZATO, 2010). Ou ainda por razões que não foram observadas com mais detalhes no campo da pesquisa.

C) Resolução de questões pelo aplicativo

Ainda não se tornou um hábito pedagógico o uso de dispositivos móveis no âmbito educacional. Mas, conforme Mirabelli, Ferreira e Mattos (2015, p. 273), “a relação entre jovens e celulares se torna cada vez mais íntima, demandando um olhar atento do campo da Educação sobre esse fenômeno [...]”. Pesquisas vêm se debruçando sobre o tema, diante da intensificação dos usos desses dispositivos tanto dentro quanto fora dos espaços escolares (MIRABELLI, FERREIRA e MATTOS, 2015).

Com a intenção de identificar se os alunos já tiveram alguma experiência com o uso do celular ou *tablet* em sala de aula, os resultados do questionário inicial aplicado no início da investigação (Apêndice 2), na questão 8, revelaram que 55% dos colaboradores responderam que já utilizaram o celular em sala para fazer pesquisas, usado como calculadora, com aplicativos de matemática, e nas aulas de física e inglês, não detalhando estes usos.

Destaca-se esse percentual maior que 50% do uso do celular em sala de aula. Posto que, na sociedade informacional, contemporânea, o conhecimento não está mais restrito aos

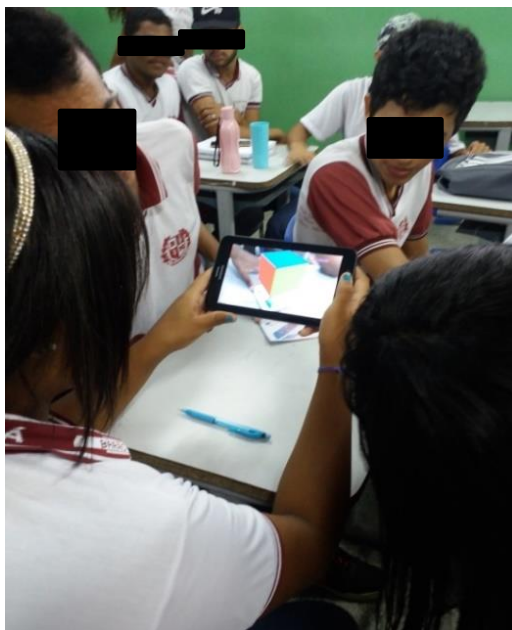
livros e/ou a fala do professor. Para Behrens (2000), a tecnologia da informação trás benefícios aos alunos, que, além da internet, oferece diversos programas que podem ser aplicados à educação, como: exercitação, programas tutoriais e aplicativos, jogos, linguagem, programas de autoria, editores de texto e simulações (SEABRA, 1994 apud BEHRENS, 2000). Santaella (2016) destaca que os aplicativos estão aí, com seus variados formatos e finalidades, à disposição de educadores e educandos na constituição potencialmente rica do que pode ser chamado de “*app-learning*”³².

No andamento da Sequência Didática (SD), a terceira atividade desenvolvida pelos discentes foi a resolução de questões com o uso do aplicativo de Realidade Aumentada *Geometry-AR*. Esta atividade ocorreu na quinta aula da SD. Porém, na aula anterior, o professor-pesquisador apresentou o conceito de RA com a exibição de um vídeo e, em seguida, os alunos com o aplicativo instalado em seus celulares, começaram a manipulá-lo sob a orientação do docente. Foi solicitado aos discentes a instalação do aplicativo nos celulares antes da aula. Identificaram-se falhas (não sanadas) de funcionamento do aplicativo em alguns celulares, com isso foi necessário o uso do celular e *tablet* do pesquisador, para não prejudicar a pesquisa.

Após a explanação sobre RA e manipulação do *Geometry-AR*, a atividade referente à resolução de questões pelo aplicativo foi desenvolvida. Divididos em grupos, o professor-pesquisador propôs aos discentes uma gincana (Figura 31), cujas perguntas a serem respondidas estariam no aplicativo, inclusive com cálculo de *score* da pontuação a cada questão correta. Foram observados pelo pesquisador, nessas etapas da SD, alguns comportamentos diferenciados da aula meramente expositiva: houve uma interação maior com o professor; um trabalho de parceria entre os colegas; por meio da visualização dos prismas, via aplicativo, seus elementos foram mais facilmente identificados, como: arestas, faces e vértices. Os alunos ficaram entusiasmados e motivados, vislumbrando aulas, não somente de matemática, como também de outras disciplinas, com o uso de dispositivos móveis.

³² *App-Learning* é o uso de determinados aplicativos para celulares, *tablets* e computadores como estratégias pedagógicas que ajudam a desenvolver a autonomia de professores e alunos (SANTAELLA, 2016).

Figura 31: Alunos respondendo questões pelo aplicativo na gincana.



Fonte: Material da pesquisa (2018).

Inserir tecnologia em sala de aula de forma planejada e que se aproxime mais da realidade do alunado é desafiador. Os docentes podem propor, em sala de aula ou fora dela, atividades que se utilizam de recursos, que geralmente já estão instalados nos *tablets*, *smartphones* e computadores da escola, como por exemplo: os editores de textos, de planilhas, de vídeos, e até jogos eletrônicos. Como também, utilizar-se das redes sociais digitais para produção e compartilhamento de conhecimentos. De acordo com Couto, Porto e Santos (2016), os dispositivos digitais móveis, de forma progressiva, são semelhantes aos computadores mediante sua funcionalidade e recursos disponíveis. Ainda conforme os autores, “as culturas juvenis se organizam e se desenvolvem com o uso de aplicativos” (p. 11).

3.2 Realidade Aumentada na Aprendizagem de Poliedros

A presente categoria tende a discutir sobre a aprendizagem dos poliedros prismas com o uso da Realidade Aumentada. Utilizar-se-ão como parâmetros para discussão dessas categorias, a questão 12 do questionário inicial, e as questões de 1 a 6 do questionário final (Apêndice 3).

Apresentar-se-á para início da discussão desta categoria, os resultados referentes à pergunta 12 do questionário inicial. A questão indagou aos sujeitos da pesquisa sobre a relevância do uso de recursos tecnológicos nas disciplinas, em especial, na matemática.

Apenas um aluno não respondeu a questão, enquanto que todos os outros responderam, justificando a facilidade de entendimento, economia, questão da praticidade, aprimoramento do conteúdo, atenção ao conteúdo, e estímulo ao aprendizado. Uma das respostas chamou a atenção do pesquisador, sendo transcrita a seguir.

A₄: Os recursos tecnológicos estão em constante evolução e ajudam em várias formas de conhecimento e outros tipos de informações.

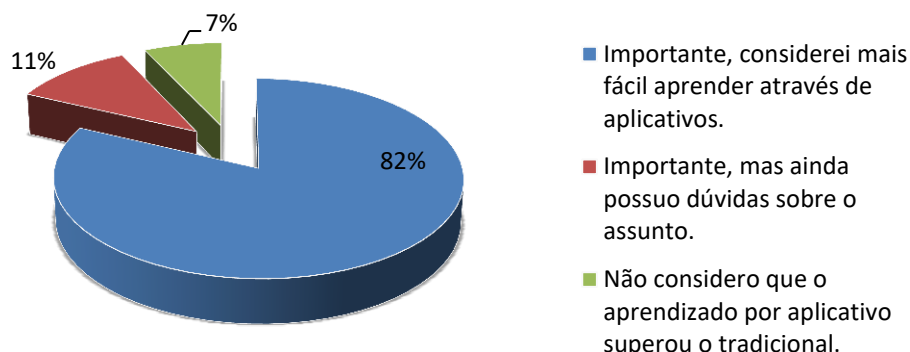
Os recursos tecnológicos inseridos em sala de aula trazem benefícios e facilidades para os discentes, independentemente da disciplina estudada. Numa sociedade marcada por formatos variados de comunicação, faz-se mister a proposição de leituras diferenciadas e redimensionamento do processo educacional. Para Moran (2000, p. 61, grifo do autor),

É importante conectar sempre o ensino com a vida do aluno. Chegar ao aluno por todos os caminhos possíveis: pela experiência, pela imagem, pelo som, pela representação (dramatizações, simulações), pela multimídia, pela interação *on-line* e *off-line*.

Continuando com a análise desta categoria, por volta de 28 discentes responderam as indagações da 1ª parte do questionário final. Como estas perguntas se complementam em seus significados, as discussões serão feitas de forma linear, apresentando gráficos e transcrições dos alunos.

O gráfico 2 demonstra quantitativamente a opinião dos alunos frente a experiência em utilizar aplicativos de dispositivos móveis em sala de aula. O questionário procurou identificar se os discentes consideravam mais fácil aprender por meio de aplicativos; se ainda possuíam dúvidas sobre o assunto; ou não consideravam que o aprendizado por aplicativo superasse o tradicional.

Gráfico 2: Opinião dos alunos sobre uso de aplicativos em sala de aula.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Observa-se que a maioria dos alunos (82%) respondeu ser importante o uso de aplicativos em sala de aula, pois consideraram mais fácil em aprender. Cerca de 11% também afirmaram a importância do uso, mas com a ressalva de que ainda possuíam dúvidas sobre o assunto. Já os 7% restantes não consideraram que o uso do aplicativo superou o método tradicional de ensino.

Ratificando os resultados mencionados, seguem-se as transcrições das respostas de alguns sujeitos colaboradores:

A₆: Porque todos oferecem materiais didáticos, entre outras coisas.

A₇: Tem aplicativos gratificantes para estudar em sala de aula.

A₈: É sempre bom buscar inovar na forma de aprendizagem para estimular os alunos a aprender e se interessar mais pelo conteúdo.

A₉: É moderno e trás a atenção e melhor interesse do aluno a aula.

A₁₁: Porque o aplicativo pode ajudar em algo que não existe no livro.

A₁₄: Uma boa explicação seria melhor.

Esses resultados nos leva a refletir que a sala de aula atual, mesmo com suas dificuldades estruturais, como também pedagógicas, já não comporta mais um ensino baseado na transmissão unívoca do conhecimento, dispondo-se apenas de marcador e quadro. Outras tecnologias, como os dispositivos móveis, estão aí, e nossos alunos as utilizam, com variados propósitos, sejam educacionais ou não. Nas salas de aula, aplicativos para celulares, *tablets* e

computadores são boas estratégias pedagógicas e ajudam a desenvolver a autonomia de professores e alunos (COUTO, PORTO e SANTOS, 2016).

O restante dos alunos (18%), que relataram ainda terem dúvidas sobre o conteúdo, apesar do uso da tecnologia, ou que a mesma não superou o formato tradicional de ensino, comprova a tese de que as tecnologias, de forma isolada, não são a solução para os problemas de aprendizagem. O êxito de uma tecnologia para promoção da aprendizagem está na sua integração com o currículo e com as atividades da sala de aula (SCHEFFER, 2010).

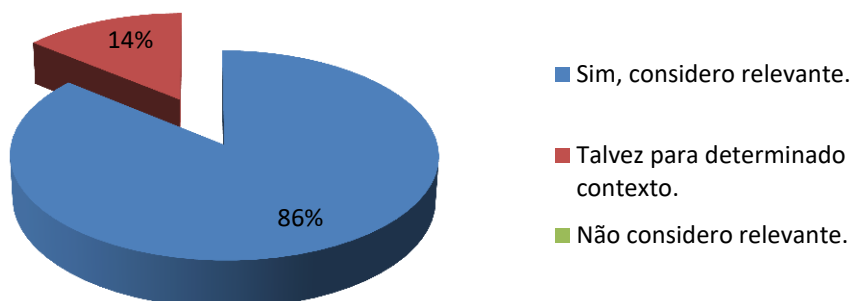
Ainda, conforme a autora:

Há necessidade de uma reorientação pedagógica dos métodos, currículos e práticas, levando-se em conta os impactos da tecnologia no currículo e na pedagogia. Portanto, o grande desafio com que se defronta o professor nos dias de hoje está em redimensionar o uso desses recursos no ensino (2010, p. 10).

Na questão referente ao uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem da matemática, a grande maioria dos alunos concordou na relevância do uso de dispositivos móveis nesse processo, porém apenas o aluno A₁₄ afirmou que, “uma boa explicação seria melhor”. Mediante esses resultados, analisa-se que temos no âmbito escolar vários perfis de estudantes. Dessa maneira, não se deve planejar de forma generalizada e sim identificar as particularidades que fazem parte da sala de aula. Ou seja, pensar em estratégias que respeitem o ritmo e a forma de aprendizagem de cada aluno. Corroborando com esse pensar, Moran (2007, p. 64) afirma que “o foco para a mudança é desenvolver alunos criativos, inovadores, corajosos. Alunos e professores que busquem soluções novas, diferentes, que arrisquem mais, que relacionem mais, que saiam do previsível, do padrão”.

No tocante à opinião do alunado sobre aprender conteúdos de matemática com aplicativos de RA, os resultados do gráfico 3 mostram que 86% consideram relevante, 14% se posicionaram afirmando que depende do contexto de aplicação, e nenhum discente considerou irrelevante.

Gráfico 3: Opinião dos alunos sobre a RA em conteúdos de matemática.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A maioria dos discentes considerou relevante aprender conteúdos de matemática com a Realidade Aumentada. Este resultado foi preponderante devido ao fato da RA está inserida em dispositivos móveis, comuns ao cotidiano deles, e, principalmente, por ter características que se coadunam ao saber geométrico dos prismas. Esses programas de computador ou aplicativos de celulares apresentam recursos que favorecem, de forma muito natural, os sujeitos a pensarem matematicamente (BAIRRAL, SETTIMY e HONORATO, 2013, grifo nosso). Ainda, conforme os autores:

Neles os aprendizes fazem experimentações, geram e justificam conjecturas e criam meios de resolver problemas. Ao mesmo tempo, proporcionam novos modos de visualizar um objeto, o que muitas vezes enriquece o aprendizado e, em outras, complexifica (p. 181).

Em concordância, Fonseca (2011, p. 55) menciona que:

A inserção dessa tecnologia nas salas de aula de Matemática vem se tornando uma realidade irreversível, bastando apenas observar os benefícios que tem trazido, incluindo a investigação, a resolução de problemas, o gerenciamento de informação e, principalmente, a criação, apropriação e produção de novos saberes e práticas educativas na Matemática.

No que diz respeito à opinião dos 14%, infere-se que este contexto corresponde à usabilidade de algum outro recurso em certas situações de aprendizagem. Como visto na pesquisa, um material didático (MD); prismas de cartolina, por exemplo; pode ser usado para explicar um assunto, antes, depois ou concomitantemente com um aplicativo de RA.

Conforme Lorenzato (2010, p. 33, grifo nosso),

[...], o MD manipulável tem-se mostrado um eficiente recurso para muitos alunos que, não compreendem a mensagem (visual) da tela do computador ou celular, recorrem ao MD (manipulável) e então prosseguem sem dificuldades com o computador ou celular. Assim sendo, para muitos alunos, o MD desempenha a função de um pré-requisito para que se dê a aprendizagem por meio do computador ou celular.

Mediante questionamentos referentes às formas bidimensional e tridimensional e buscando-se confrontar os resultados do questionário aplicado no início da investigação com as respostas dos alunos após experiência com o aplicativo *Geometry-AR*, formulou-se uma das perguntas do questionário final. A questão 5 indagou aos alunos se tinham entendido a diferença entre as formas bidimensional e tridimensional, após uso do aplicativo.

Quanto aos resultados, 93% assinalaram que sim, enquanto que 7% responderam não. Esses 7% justificaram que ainda estavam confusos para identificar a diferença. A maioria da sala de aula respondeu que entendeu a diferença, com as mais variadas justificativas. A seguir, algumas respostas transcritas dos alunos, enfatizando semelhanças entre elas.

A₁₀: Lá no aplicativo temos a oportunidade de ver as figuras se moverem tipo 3D.

A₁₃: Porque mostra em várias dimensões.

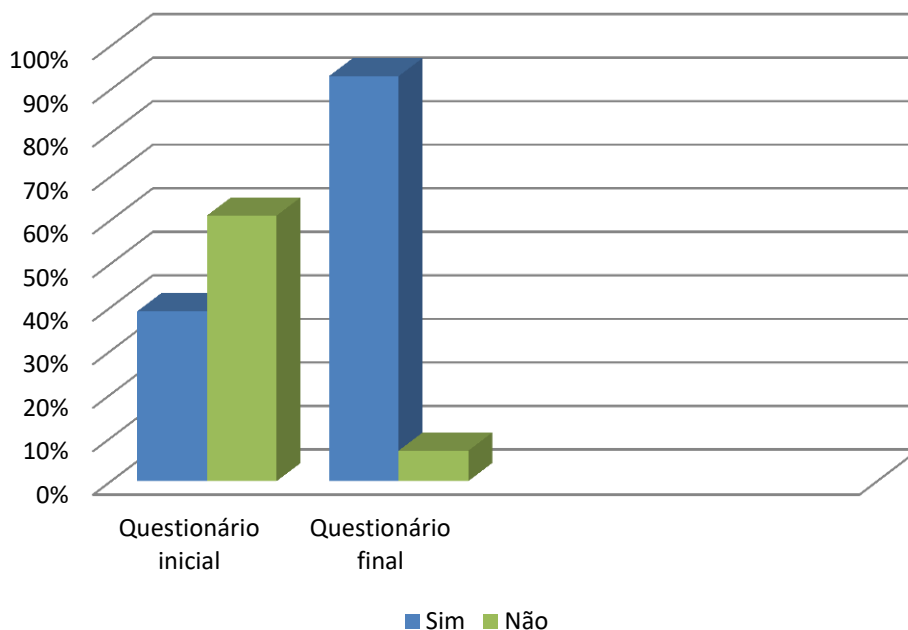
A₁₂: Porque mostra as formas geométricas por vários ângulos.

A₁₅: Dá pra visualizar melhor as imagens.

Pelas transcrições, percebe-se a importância do uso de recursos que privilegiem a visualização em geometria. A RA, com suas peculiaridades, propõe trabalhar conteúdos geométricos de forma interativa, dinâmica e experimental. Segundo Kaleff (1998), um dos problemas enfrentados no ensino está na busca de alternativas que aprimorem o processo de visualização dos estudantes. Entretanto, para diminuir ou sanar esse problema, uma das alternativas é o uso ou a construção de animações em 3D (BAIRRAL, 2009).

O gráfico 4 faz uma comparação entre as respostas dos alunos, após aplicação dos questionários, sobre a diferença entre formas geométricas bidimensionais e tridimensionais.

Gráfico 4: Comparativo de respostas dos alunos na distinção entre formas geométricas bidimensionais e tridimensionais.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

No questionário inicial 61% dos alunos não souberam diferenciar as formas geométricas, enquanto que 39% sim. Ao aplicar o questionário final, o quantitativo dos que aprenderam a diferenciar aumentou para 93%, e aqueles que não sabiam diminuiu para 7%. Comparando esses resultados, houve um acréscimo de mais de 50% entre os alunos que aprenderam a distinguir as formas. Através desses resultados, houve um aumento significativo de discentes que entenderam a diferença entre as formas geométricas bidimensionais e tridimensionais.

Como visto nas resultâncias deste tópico, a Realidade Aumentada, pelo menos para a maior parte dos estudantes, contribuiu significativamente para sanar certas dificuldades em geometria e favorecer o entendimento dos poliedros prismas.

3.3 Usabilidade do Aplicativo de Realidade Aumentada

Esta terceira categoria de análise apresentará e discutirá os resultados da questão 13 do questionário inicial (Apêndice 2) e a 2ª parte do questionário final (Apêndice 3). As questões da parte dois do questionário final serviram de referência para avaliação do aplicativo de Realidade Aumentada (RA), experimentado pelos alunos, mediante teste específico de usabilidade de software. De acordo com Jakob Nielsen (1993), a usabilidade tem como objetivo elaborar interfaces capazes de permitir uma interação fácil, agradável, com eficácia e

eficiência. Ela deve capacitar a criação de interfaces transparentes de maneira a não dificultar o processo, permitindo ao usuário pleno controle do ambiente sem se tornar um obstáculo durante a interação.

A questão 13 do questionário inicial indagou aos trinta e um alunos se eles já tinham ouvido falar da tecnologia RA. Os resultados a seguir foram de suma importância, visto que o objeto de estudo da pesquisa abordava essa temática. Dos alunos que responderam a este questionamento, 81% disseram que nunca tinham ouvido falar, e os 19% restantes, sim. Estes últimos justificaram a resposta afirmando terem ouvido a respeito da RA em programas de TV, portais da internet, jogos eletrônicos, filmes e vídeos. Nesse ínterim, o professor-pesquisador comentou que já ministrou um curso de RA, e alguns discentes se interessaram em participar, caso fosse ministrado no colégio.

A literatura relata que a RA não é uma tecnologia recente, mas no campo educacional ainda é neófito. Em outros ramos da atividade humana, como no mercado de trabalho e nas linhas de produção, a RA tem certo destaque. Na medicina, por exemplo, ambientes de Realidade Aumentada torna o usuário livre para experimentar sensações e criar, permitindo, por meio de sua interface, que a criança com necessidades especiais estabeleça novas conexões e, através da ação, ocorra a interação (GARBIN, DAINESE E KIRNER, 2006). Para o usuário comum, devido ao avanço das tecnologias móveis, a RA está chegando através dos aplicativos com propostas de jogos, visualização de imagens 3D em tempo real, dentre outras especialidades.

Dando prosseguimento a análise dessa categoria, o teste de usabilidade (Apêndice 3) aplicado a 28 colaboradores, ao término da pesquisa, foi utilizado para avaliar o aplicativo de Realidade Aumentada *Geometry-AR*. Este teste possui 11 questões e cada uma com cinco alternativas, de acordo com a escala tipo Likert³³ (discordo totalmente, discordo parcialmente, não concordo nem discordo, concordo parcialmente e concordo totalmente). O teste de usabilidade para sistemas de RA surgiu devido à carência de instrumentos de avaliação específicos. Segundo Martins, Corrêa e Guimarães (2013, p. 139):

Metodologias tradicionais para avaliar a usabilidade podem ser utilizadas, porém não conseguem alcançar questões bastante específicas de RA para medir novos conceitos, como marcadores e objetos virtuais, apresentados concomitantemente com o mundo real nestas aplicações.

³³ Trata-se de uma metodologia indicada para realizar pesquisas de opinião. Desenvolvida nos Estados Unidos na década de 30, ao contrário de uma pergunta que se escolhe sim ou não, as questões construídas na escala de Likert apresentam uma afirmação auto-descritiva e oferecem como opção de resposta uma escala de pontos com descrições verbais que contemplam extremos – como “concordo”. Disponível em <<https://mindminers.com/pesquisas/entenda-o-que-e-escala-likert>>. Acesso: 29 Mai 2018.

O quadro 2 apresenta a primeira parte do resultado do teste de usabilidade com o quantitativo de vezes que cada item foi assinalado por questão.

Quadro 2: Quantitativo de vezes que cada item foi assinalado por questão.

Questão	Discordo Totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
7			2	10	16
8	1		3	10	14
9	1	4	3	12	8
10	1	3	7	12	5
11		2	3	10	13
12			3	5	20
13			5	13	10
14	1	1	7	14	5
15		1	1	7	19
16				4	24
17		1	1	5	21

Fonte: A pesquisa (2018).

No quadro 3 a seguir, é disponibilizada a segunda parte do teste com o cálculo da média (com arredondamento de duas casas decimais) por questão, alcançando valor máximo igual a 5,0. Ao final, será calculada a média geral desse quadro, obtendo assim a opinião favorável, ou não, dos discentes, sobre o aplicativo de Realidade Aumentada *Geometry-AR*.

Para o cálculo da média por questão e média geral (Apêndice 10), considerou-se cada uma das questões com o mesmo peso, e para cada um dos cinco itens escolhidos foram atribuídos valores de 1 (um) a 5 (cinco), seguindo a ordem (1 - discordo totalmente, 2 – discordo parcialmente, 3 – não concordo nem discordo, 4 – concordo parcialmente, 5 – concordo totalmente).

Quadro 3: Média por questão na opinião dos discentes sobre o aplicativo *Geometry-AR*.

Questão		Média
7	Entendi de forma clara como utilizar o aplicativo e seu objetivo.	4,50
8	As informações apresentadas no aplicativo eram de fácil compreensão.	4,29
9	Em nenhum momento me senti perdido na aplicação, sem saber o que fazer.	3,79
10	Ao mostrar o marcador, o sólido era carregado de forma rápida.	3,61
11	O objeto da cena segue de forma correta à posição do marcador.	4,21
12	O marcador apresentava o sólido correto.	4,61
13	O objeto estava sempre posicionado de acordo com o marcador.	4,18
14	Eu sempre executava as mesmas ações para acionar as mesmas funcionalidades.	3,75
15	O número de objetos que apareceram na tela foi coerente com os objetivos da aplicação.	4,57
16	Foi uma boa experiência utilizar a aplicação.	4,86
17	Eu utilizaria novamente a aplicação.	4,64

Fonte: A pesquisa (2018).

Calculando-se a média geral do quadro 3 acima, o aplicativo obteve uma nota igual a 4,27. Este resultado é considerado bom, no entanto, as questões 9, 10 e 14, merecem atenção, visto que ficaram abaixo da maioria das médias. Entretanto, analisando-se essas questões pelo cálculo da moda³⁴, todas elas têm o item “concordo parcialmente”, como o mais assinalado. Diante dos resultados assinalados, pode-se concluir que o teste de usabilidade indicou que o aplicativo de Realidade Aumentada *Geometry-AR* teve um bom nível de aceitação pelos alunos, alcançando uma média próxima da máxima que é 5,0.

³⁴ A moda é uma medida estatística de tendência central correspondente aos valores de maior frequência em um conjunto de dados (SOUZA, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegamos às considerações finais deste trabalho investigativo, porém as discussões, inquietações e reflexões acerca das Tecnologias Digitais (TD) aplicadas à educação e, particularmente, ao processo de aprendizagem de sólidos geométricos, por meio da Realidade Aumentada (RA), não se encerram por aqui. Levando-se em consideração a minha experiência em sala de aula, as leituras dos aportes teóricos, as observações e resultados da investigação empírica, é fato que as TD têm muito a contribuir com o aprendizado da matemática, como também de outras áreas do conhecimento. Vasconcelos (2017) reflete que o avanço e os desenvolvimentos tecnológicos estão cada vez mais impulsionando e transformando a maneira de ensinar e aprender.

Aprender com a mediação das TD é um desafio para a sociedade do conhecimento. Autoridades do meio educacional, gestores, professores, alunos e a comunidade escolar, como um todo, incluindo pais e/ou responsáveis, necessitam debater e avaliar a relevância desses meios tecnológicos no âmbito educacional. Saberes, experiências acumuladas e informações acessadas por diferentes mídias, precisam ser discutidas e valorizadas como partes inerentes do processo de construção do saber (VASCONCELOS, 2017).

Desse modo, pesquisas apontam que em 2020 haverá mais de seis aparelhos conectados à internet por habitante do planeta. Se a previsão de habitantes neste ano é de 8 bilhões de pessoas, estima-se que o número de celulares, *tablets* ou outros dispositivos móveis com acesso à internet será maior que 48 milhões. Diante desses dados, reflete-se de que forma esse acesso se dará? Onde e quando? Para quê? Na Educação, há instituições que ainda rejeitam o uso do celular em seus espaços. Seja fora ou dentro da escola, esses aparelhos é uma realidade em nosso cotidiano e não tem mais volta. Nesta era digital, nossas crianças e jovens manipulam várias informações simultaneamente, diferentemente de seus pais ou antepassados. Não têm mais a mesma cabeça, nem habitam mais o mesmo espaço (SERRES, 2013).

Inseridos nos dispositivos móveis estão os aplicativos, *softwares* que tornam os celulares inteligentes (*smartphones*). Parafraseando Matias (2011), na era em que vivemos o celular não é mais um aparelho para fazer apenas ligações ou acessar internet, ele vai além com seus aplicativos, metamorfoseando em todo tipo de ferramenta. Na busca de um aplicativo que fosse utilizado como um recurso pedagógico para elucidação dos poliedros prismas foi selecionado o *Geometry-AR*. Um *software* para celular ou *tablet*, que traz a Realidade Aumentada em seu sistema. A escolha da RA foi causal, visto que em suas

características as imagens em 3D se fazem presentes, coadunando-se com as formas geométricas da geometria espacial.

Nesse contexto, a pesquisa procurou alcançar com seus resultados “a compreensão da utilização da Realidade Aumentada na aprendizagem dos Poliedros Prismas”. Utilizou-se da revisão de literatura como fundamento teórico desse trabalho. A observação participante e questionários semiestruturados foram os instrumentais para coleta dos dados. A Sequência Didática (SD) organizou o planejamento de todo o processo investigativo. Seus objetivos específicos procuraram dá sustentação ao objetivo geral e responder a questão norteadora: “Como a utilização da Realidade Aumentada (RA) contribui para a aprendizagem de Poliedros do tipo Prismas?”. As categorias formuladas foram de suma importância para análise e confronto dos dados empíricos.

No início da investigação, no mapeamento das dissertações, concluiu-se que só foram encontradas pesquisas, que se aproximaram do objeto de estudo, no banco de dissertações do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT). Assim, demonstra-se que há uma carência de trabalhos nos repositórios de dissertações e teses dos mestrados acadêmicos, havendo uma necessidade de se desenvolver pesquisas com a temática abordada.

Na categoria inicial de análise, coadunada ao primeiro objetivo específico, averiguou-se uma SD aplicada com os alunos do 2º ano do Ensino Médio. Esta sequência, através de atividades planejadas, executadas e avaliadas, resultou para a pesquisa, dados empíricos por meio das manifestações dos alunos. Nesta categoria, diante das análises e discussões dos resultados, concluiu-se que mais de 50% dos alunos nunca estudaram o conteúdo prismas em séries anteriores, como também não souberam responder questionamentos elementares de geometria espacial. Estes fatores são preocupantes, pois pela inexperiência com esse tipo de geometria, os discentes apresentam dificuldades na visualização das ilustrações e entendimentos das representações geométricas (BAIRRAL, 2009).

Confrontando-se com os dados anteriores, nesta categoria, observou-se que os discentes demonstraram bastante interesse nas atividades experimentais. Ao confeccionar prismas com material manipulável e visualizá-los com o apoio do aplicativo de RA, certas dificuldades foram sanadas, principalmente em termos de visualização dos sólidos, geralmente apresentados em perspectiva nos livros e no quadro. Por fim, inferiu-se ainda da categoria 1, que os celulares estão nas mãos do alunado, e a escola não pode se negar a recebê-lo. Precisa-se discutir e avaliar suas potencialidades por meio de seus aplicativos.

A segunda categoria de análise concatenou o segundo e terceiro objetivos específicos, revelando resultados satisfatórios a respeito da RA na aprendizagem de sólidos geométricos.

Arremeteu-se desta categoria, que grande parte dos discentes considerou relevante o uso de recursos tecnológicos nas disciplinas do currículo escolar, especificamente aplicativos. Usar aplicativos “na” e “para” educação é importante para o incentivo ao estudo, da leitura e da escrita em ambientes *online*, bem como a pesquisa em redes colaborativas (COUTO, PORTO e SANTOS, 2016). Frisa-se ainda que alguns alunos não considerem que o aprendizado por aplicativo supere o tradicional.

Ainda nesta categoria, um percentual significativo de alunos ratificou que há pertinência em aprender conteúdos de matemática com a utilização da RA. Na opinião de muitos deles, por intermédio do aplicativo, tiveram a oportunidade de ver as figuras em 3D, mostrando-a de vários ângulos, melhorando a visualização.

A última categoria de análise, em consonância com o quarto objetivo específico, avaliou, mediante teste específico, o aplicativo de RA utilizado como recurso numa das etapas da Sequência Didática. Os resultados do teste realizado pelos discentes concluíram que o aplicativo *Geometry-AR* cumpriu com suas funcionalidades, contribuindo com a aprendizagem dos poliedros prismas.

Diante dos resultados supracitados da pesquisa, evidenciou-se que as Tecnologias Digitais, em específico, a Realidade Aumentada aplicada aos Poliedros Prismas, podem contribuir significativamente com a aprendizagem dos alunos. Com isso, outras temáticas de pesquisa podem ser trabalhadas a partir deste trabalho investigativo, como a Realidade Aumentada aplicada aos outros tópicos da Geometria Espacial, como também no estudo das Cônicas da Geometria Analítica.

Finalizo esta produção acadêmica destacando que foi um grande desafio ser o professor e atuar simultaneamente como pesquisador da minha prática pedagógica. Escolher uma tecnologia digital que se adequasse à série na qual desenvolvi a pesquisa, ao conteúdo da turma, e ainda, que não interferisse na programação das aulas durante o ano letivo, confesso que não foi uma tarefa fácil. Entretanto, vivenciei como professor-pesquisador que a introdução das Tecnologias Digitais para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos traz um novo significado à noção de atividade matemática para os alunos.

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, Edith K. *Constructivism, one ore many?* In: INSTITUTO DE INVERNO, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Secretaria de Educação, 2002.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; VALENTE, José Armando. **Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?** São Paulo: Paulus, 2011.

_____. ALMEIDA, Maria Elizabeth B. **Informática e formação de professores.** PROINFO: Informática e Formação de Professores. Brasília. Ministério da Educação, SEED, 2000. Disponível em <http://escola2000.net/futura/textos-proinfo/livro09-Elizabeth%20Almeida.pdf>. Acesso em 24/11/2018.

ALVAREZ, Amélia; DEL RÍO, Pablo. Educação e desenvolvimento: a teoria de Vygotsky e a zona de desenvolvimento próximo. In: COLL et al. **Desenvolvimento Psicológico e Educação: Psicologia da Educação.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1996. pp. 79-104.

AZUMA, R. *et al.* “Recent advance in augmented reality”. **IEEE Computer Graphics and Applications**, 21 (6), 2001.

BAIRRAL, Marcelo Almeida. **Tecnologias da Informação e Comunicação na Formação e Educação Matemática.** Série InovaComTic (v. 1). Rio de Janeiro: Edur, 2009.

BAIRRAL. Marcelo Almeida; SETTIMY, Thaís Fernanda de Oliveira; HONORATO, Vinícius dos Santos. **Secionando um cubo: o que fazer se três pontos não determinarem um plano?** Revista Paranaense de Educação Matemática, Campo Mourão, v. 2, 2013, n. 2, p. 180-202, jan-jun. 2013.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G.; BARBOSA, A. F.. Inclusão das tecnologias de informação e comunicação na educação através de projetos. In: CONGRESSO ANUAL DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, 1., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2004. p. 1-13.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011.

BELLONI, Maria Luiza. **O que é mídia-educação.** 2. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2005.

BENTO, Maria Cristina Marcelino; CAVALCANTE, Rafaela dos Santos. Tecnologias Móveis em Educação: o uso do celular na sala de aula. **Educação, cultura e comunicação**, v. 4, n. 7, 2013. Disponível em: <http://www.fatea.br/seer/index.php/eccom/article/viewFile/596/426> Acesso em: 02/06/2018.

BERMUDEZ, Mario. **Geometria Realidad Aumentada.** Versão 1.0.2. Bogotá, 2016. Disponível <http://play.google.com/store/apps/details?id=com.ZombieStudio.GeometryAR>. Acesso em 03/05/2017.

BORBA, M. de C.; SILVA, R. S. R. da; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento – 1. Ed. ; reimp. –** Belo Horizonte : Autêntica Editora, 2015. – (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola. **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

BRASIL, Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de referência Enem**. Disponível em <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_enem.pdf>. Acesso em: 25 Mai. 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2006, p. 75-78. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 25 Mai. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio. ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2006. p. 89-90. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2018.

BRZEZINSKI, Iria. A investigação qualitativa em Teses e Dissertações dos Programas de Mestrado e Doutorado em Educação: Estado do Conhecimento. In: SOUZA, F. N.; SOUZA, D. N.; COSTA, A. P. C. **Investigação qualitativa: inovação, dilemas e desafios**. Aracaju, EDUNIT, 2015.

CABRAL, Natanael Freitas. **Sequências didáticas: estrutura e elaboração**. Belém: SBEM ; SBEM-PA, 2017.

CAMPOS, Vanessa Graciela Souza. **Matemática e cotidiano: processos metacognitivos construídos por estudantes da EJA para resolver problemas matemáticos**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). PPGEICIMA/UFS. São Cristóvão, 2017.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede – a era da informação: economia, sociedade e cultura**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

_____. CASTELLS, Manuel. **A galáxia da internet: reflexões sobre a Internet, os negócios e a sociedade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisas em ciências humanas e sociais**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1998.

COUTO, Edvaldo; PORTO, Cristiane; SANTOS, Edméa (orgs). **App learning: experiências de ensino e formação**. Salvador: EDUFBA, 2016.

DICIONÁRIO ESCOLAR: **Língua portuguesa**. Barueri: Ciranda Cultural, 2015.

DUNCAN, Sandra de Aquino Maia. **Uso de técnicas de realidade aumentada no ensino de pirâmide**. Dissertação (Mestrado em Matemática - PROFMAT). Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) – Campos dos Goytacazes, 2014.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação matemática: Da teoria à prática**. 23. ed. São Paulo: Papirus, 2012.

_____. D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **A influência da tecnologia no fazer matemático ao longo da história**. 1999. Disponível em: <http://professorubiratandambrosio.blogspot.com/2011/02/influencia-da-tecnologia-no-fazer.html> >. Acesso em: 12 Mai. 2018.

FRANÇA, Jefferson Silva. **Uma proposta didática da realidade aumentada no ensino da geometria espacial**. Dissertação (Mestrado em Matemática). Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Matemática (Mestrado Profissional), Belém, 2015.

FOLEY, J.D. and VAN DAM, A. and FEINER, S. K. and HEGHES, J. F. **Computer graphics principles and practice, second edition in c**, Addison-Wesley publish company, 1999.

FONSECA, Laerte S. **A Aprendizagem das funções trigonométricas na perspectiva da teoria das situações didáticas**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). PPGECIMA/UFS. São Cristóvão, 2011.

GARBIN, Tania Rossi; DAINESE, Carlos Alberto; KIRNER, Cláudio. Sistema de realidade aumentada para trabalho com crianças portadoras de necessidades especiais. In: **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Sociedade Brasileira de Computação – SBC. p. 138-155. Porto Alegre: 2006.

GIL, Antonio. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GOMES, Neades Afonso. **Possibilidades do uso da realidade aumentada na visualização de elementos matemáticos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Jataí, Programa de Pós-Graduação em Matemática (PROFMAT - Profissional), Jataí, 2015.

KALEFF, A. M. M. R. **Vendo e entendendo poliedros: do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças geométricos e outros materiais concretos**. Niterói: EdUFF, 1998.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2007.

KIRNER, Claudio. Desenvolvimento de aplicações educacionais adaptáveis *online* com realidade aumentada. In: **Tendências e técnicas em realidade virtual e aumentada**, Porto Alegre, Brasil, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

_____. LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LEMOS, Bruno Morais; CARVALHO, Carlos Victor de Alencar. Uso da realidade aumentada para apoio ao entendimento da relação de Euler. **Revista Novas Tecnologias na educação (UFRG)**, V. 8, Nº 2, 2010.

LEVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: ed. 34. 1999.

LORENZATO, Sergio. Laboratório de ensino de matemática e materiais didáticos manipuláveis. In: LORENZATO, Sérgio. **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2010. (Coleção formação de professores).

MARTINS, Valéria farinazzo; CORRÊA, Ana Grasielle Donísio; GUIMARÃES, Marcelo de Paiva. Avaliação de Usabilidade para Aplicações de Realidade Aumentada. In: **Tendências e técnicas em realidade aumentada**. Sociedade Brasileira de Computação – SBC. p. 138-155. Porto Alegre, RS: a Instituição, 2013- v. 3.

MATIAS, R. Vivemos na era dos aplicativos. **Jornal o Estado de São Paulo**, 24 abr. de 2011. Disponível em: www.estadao.com.br/noticias/impresso,vivemos-na-era-dos-aplicativos,709971,0. Acesso em: 31 jul. de 2018.

MATTAR, João. **Metodologia científica na era digital**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **ProInfo-apresentação**. 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=462>>. Acesso em: 10 Mai. 2017.

MIRABELLI, Helenice; FERREIRA, Cassino; MATOS, Rafael Arosa de. Jovens e celulares. In: **Pesquisa e mobilidade na cibercultura: itinerâncias docentes /Orgs, Cristiane Porto ...** [et al.]. – Salvador: EDUFBA, 2015.

MORAN, José Manuel; MASSETO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, São Paulo: Papirus, 12 ed. 2000.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2007.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOURA, Adelina. Aplicativos para aprendizagem baseada em projetos. In: COUTO, Edvaldo; PORTO, Cristiane; SANTOS, Edméa (organizadores). **App learning: experiências de ensino e formação**. Salvador: EDUFBA, 2016.

NIELSEN, Jakob; KAUFMANN, Morgan. **Usability Engineering**, Inc. San Francisco, 1993.

OLIVEIRA, Carloney Alves de; MERCADO, Luis Paulo Leopoldo. Ensino de matemática utilizando o aplicativo QR code no contexto das tecnologias móveis. In: COUTO, Edvaldo;

PAIS, Luiz Carlos. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PONTE, João Pedro da. **Estudos de caso em Educação Matemática**. Boletim de Educação Matemática (UNESP), vol. 19, núm. 25, 2006, pp. 1-23.

PORTO, Cristiane de Magalhães; OLIVEIRA, Kaio Eduardo; NETO, Edilberto Marcelino da Gama. Realidade aumentada e a potencialidade do aplicativo MAR. In: **App-learning**: experiências de pesquisa e formação. Salvador: EDUFBA, 2016.

_____. PORTO, Cristiane; SANTOS, Edméa (organizadores). **App learning**: experiências de ensino e formação. Salvador: EDUFBA, 2016.

SANTAELLA, Lucia. App-learning e a imaginação criativa a serviço da educação. In: **App learning**: experiências de ensino e formação, p. 7-10. Salvador: EDUFBA, 2016.

SANTOS, Elissandra Silva. **Tutoria a distância**: uma reflexão acerca da epistemologia da prática docente no ensino *online*. Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, 2013.

SANTOS, Fredson Conceição dos. **Realidade aumentada aplicada ao ensino de geometria espacial**: um desafio para a educação matemática. Dissertação (Mestrado em Matemática – PROFMAT). Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2015.

SCHEFFER, Nilce Fátima. O LEM na discussão de conceitos de geometria a partir das mídias: dobradura e software dinâmico. In: LORENZATO, Sergio. **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. 3. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2010. (Coleção formação de professores).

SCHMIDT, Eric; COHEN, Jared. **A nova era digital**: como será o futuro das pessoas, das nações e dos negócios. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013.

SERRES, Michel. **Polegarzinha**. Michel Serres. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

SILVA, Fernando Oliveira da. **Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade aumentada nas aulas de matemática para elucidação dos sólidos de platão**. Dissertação (Mestrado profissional). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. São José do Rio Preto, 2017.

SILVA, Kleyfton Soares da. **A neurociência cognitiva como base da aprendizagem de geometria molecular**: um estudo sobre atributos do funcionamento cerebral relacionados à memória de longo prazo. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal de Sergipe, 2018.

SILVA, R. C. D. da; VALENTINO, A. R. S.; SANTOS, M. C. Tecnologias digitais em educação matemática: vivenciando a 4ª fase em turmas da 2ª série do Ensino Médio. In: ENCONTRO ALAGOANO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA/1º COLÓQUIO DE INVESTIGAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA. 4, 2017, Alagoas. **Anais**. Maceió, 2017.

SOARES, R. R.. **Bíblia Sagrada**. São Paulo: Sociedade Bíblica do Brasil, 2012.

SOUZA, Joamir Roberto de; GARCIA, Jacqueline da Silva Ribeiro. **#Contato matemática, 2º ano**. São Paulo: FTD, 2016. (Coleção #contato matemática).

SOUZA, Joamir Roberto de; GARCIA, Jacqueline da Silva Ribeiro. **#Contato matemática, 3º ano**. São Paulo: FTD, 2016. (Coleção #contato matemática).

TAJRA, S. F. **Informática na educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade**. 2. ed. São Paulo: Erica, 2000. Disponível em: <<http://nead.riogrande.ifrs.edu.br>>. Acesso em: 12 Mai. 2018.

TOLFO, Cristiano. **Mapas conceituais: aplicações no ensino, pesquisa e extensão**. São Cristóvão: Editora UFS, 2017.

TORI, Romero. **Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem**. São Paulo: Senac, 2010.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas S. A, 1987.

VALDEZ, Genilson Araújo. **A utilização da realidade aumentada no ensino dos poliedros convexos regulares**. Dissertação (Mestrado em Matemática – PROFMAT). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), 2013.

VALENTE, J. A. **Informática na educação: instrucionismo x construcionismo**. 1997. Disponível em <<http://www.futurarte.com.br/artigos/valente2>> Acesso em 24/11/2018.

VALENTIN, Thiago Antonio. **O uso da realidade aumentada no ensino da geometria espacial**. Dissertação (Mestrado em Matemática - PROFMAT). Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Matemática, 2017.

VASCONCELOS, Carlos Alberto. **Interfaces interativas na educação a distância: um estudo sobre cursos de geografia**. 1. ed. Recife: Ed. UFPE, 2017.

VYGOTSKY, Lev. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

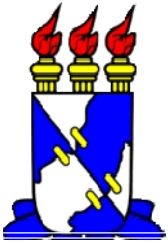
YIN, ROBERT K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2001.

ZABALA, A. **A Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

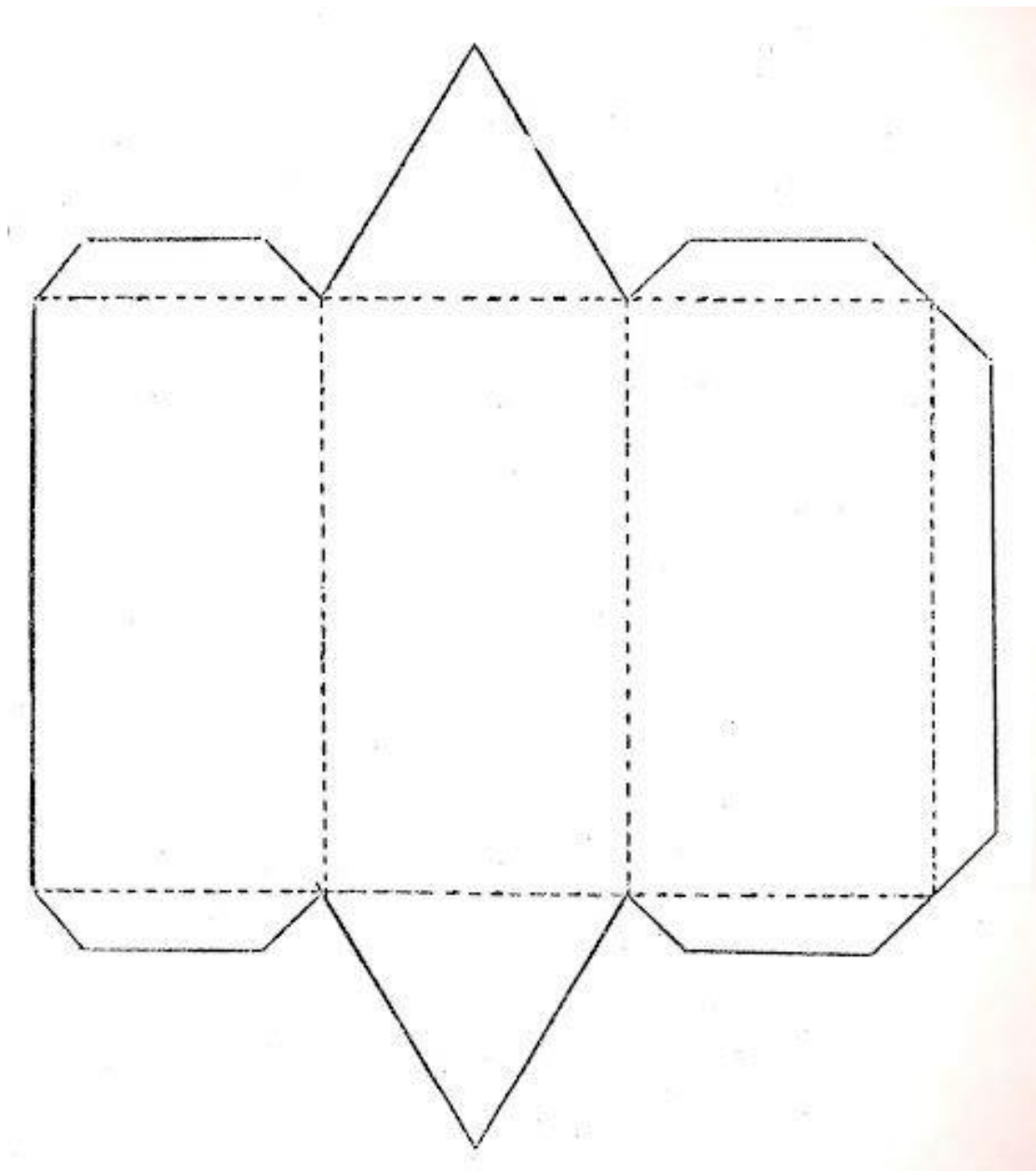
ZACHARIAS, Valéria Ribeiro de Castro. Letramento digital: desafios e possibilidades para o ensino. In: COSCARELLI, Carla Viana (orgs.). **Tecnologias para aprender**. São Paulo: Parábola Editorial, 2016.

ANEXOS

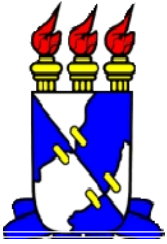
Anexo 1 – Planificação do Prisma Triangular³⁵



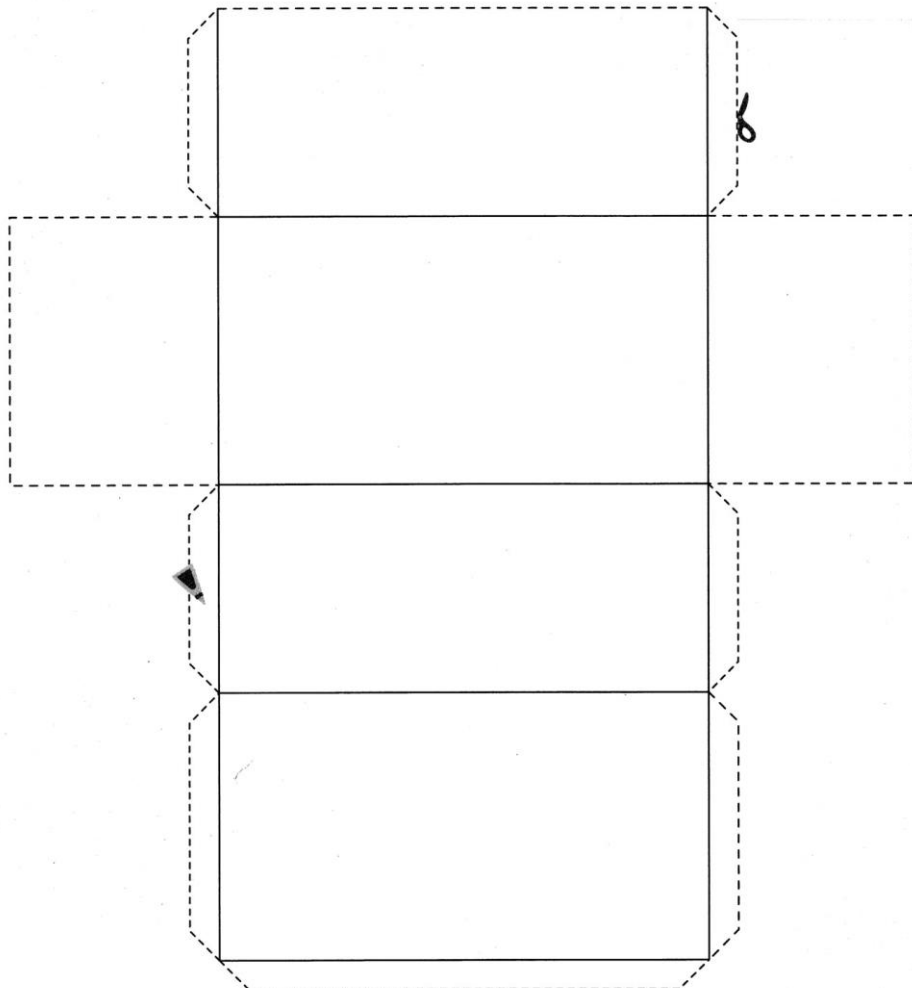
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA



Anexo 2 – Planificação do Paralelepípedo³⁶

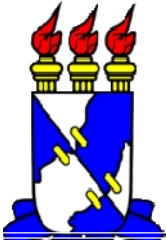


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

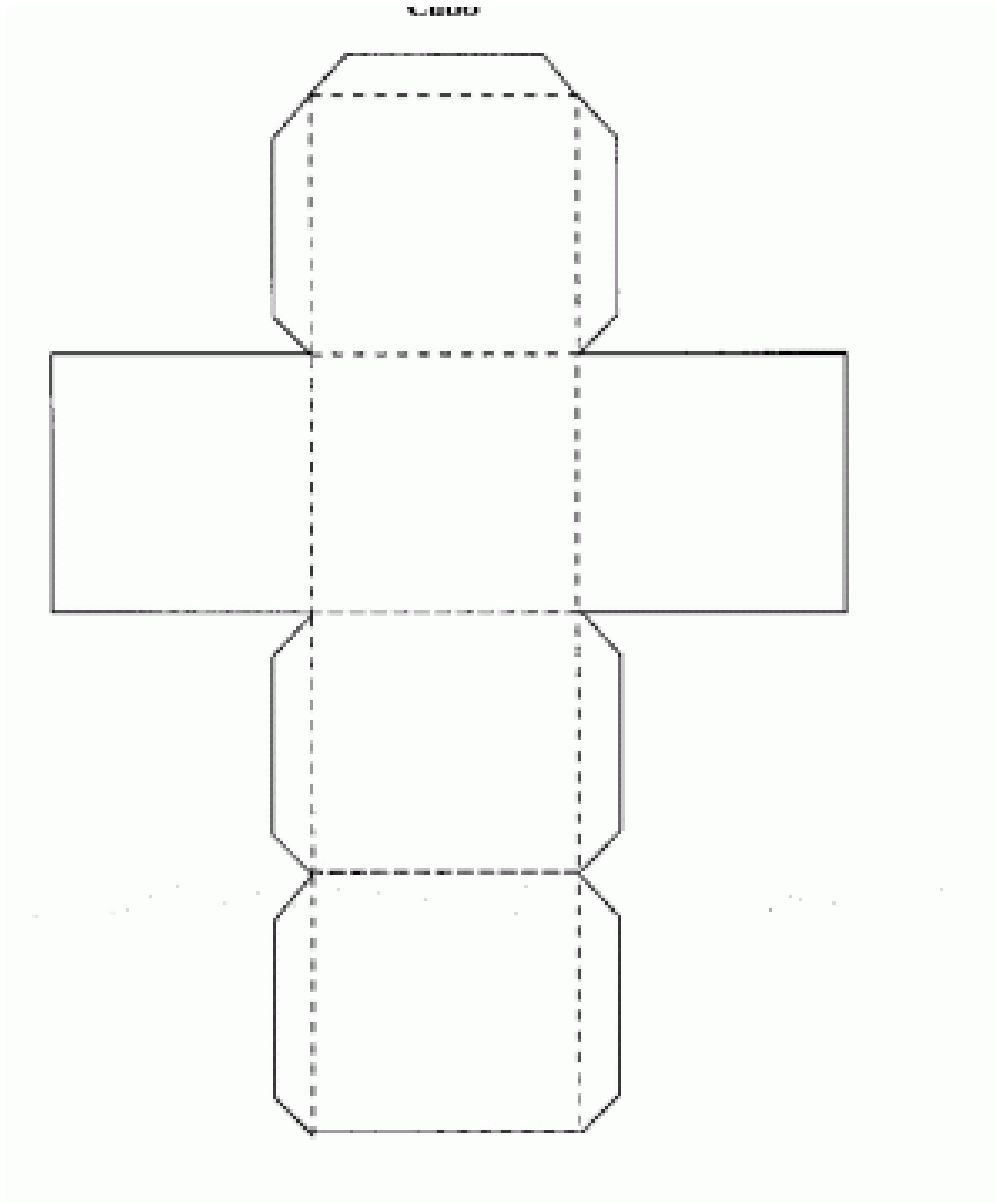


³⁶ https://www.google.com/search?tbm=isch&sa=1&ei=Xpg8XI-CO4Oi5OUPmfmUuAQ&q=Planifica%C3%A7%C3%A3o+do+Paralelep%C3%ADpede&oq=Planifica%C3%A7%C3%A3o+do+Paralelep%C3%ADpede&gs_l=img.3..0l2j0i24.129194.131385..133305...0.0..4.302.1307.2-4j1.....2.....1j2..gws-wiz-img.....0..0i8i30.cG48y_CngN8#imgdii=QtDkjLYYJHE1NM:&imgsrc=B5PGrHes00pk2M:

Anexo 3 – Planificação do Cubo³⁷



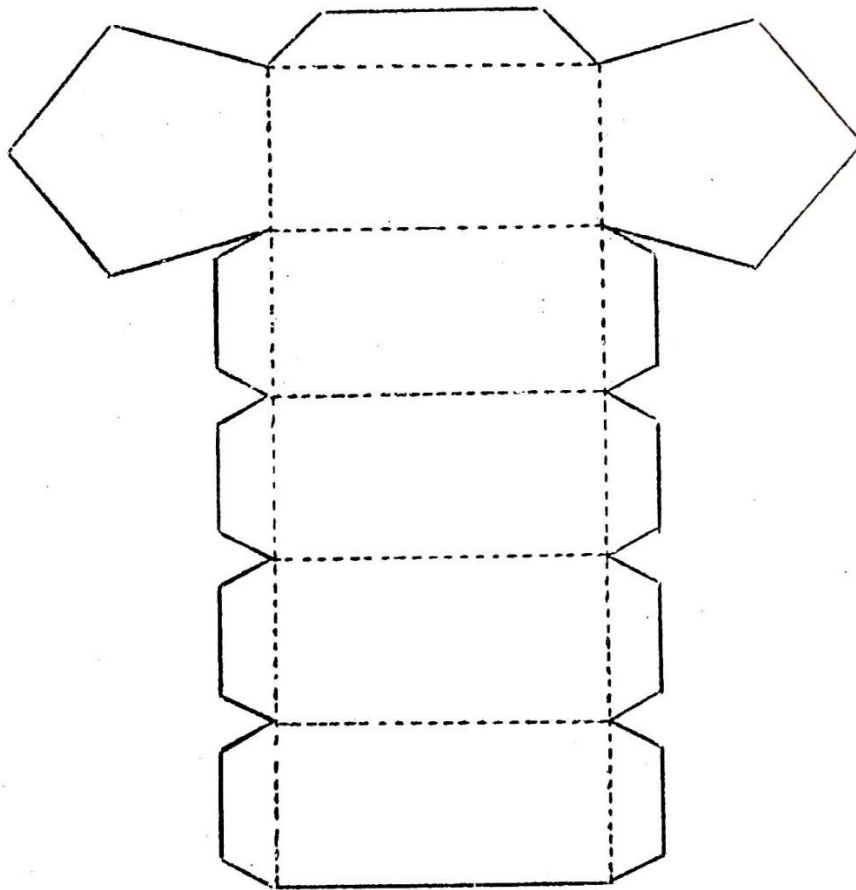
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
 MATEMÁTICA-PPGCIMA
 MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA



Anexo 4 – Planificação do Prisma Pentagonal³⁸

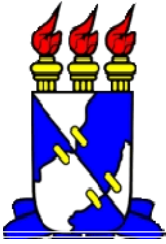


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

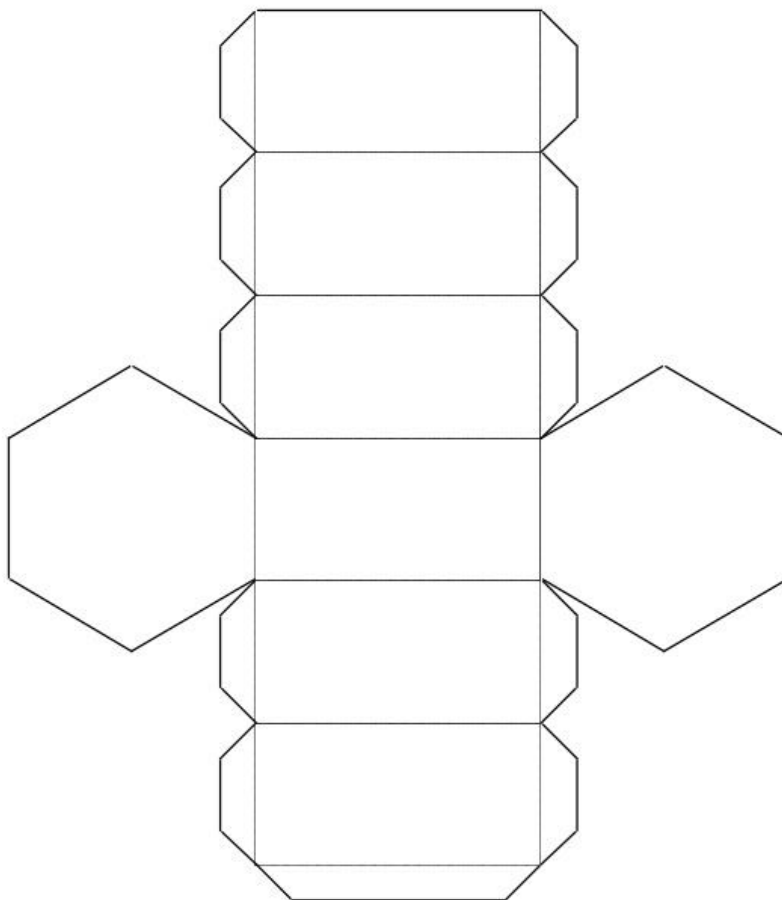


³⁸ https://www.google.com/search?biw=1366&bih=654&tbm=isch&sa=1&ei=epo8XIeeC-a45OUPwNe4yAs&q=Planifica%C3%A7%C3%A3o+do+Prisma+Pentagonal&oq=Planifica%C3%A7%C3%A3o+do+Prisma+Pentagonal&gs_l=img.3..0.160222.161551..163119...0.0..3.281.1055.2-4.....2.....1j2..gws-wiz-img.....0..0i67.zXHEQYvbalk#imgcr=YaehXh013JQAWM:

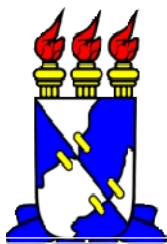
Anexo 5 – Planificação do Prisma Hexagonal³⁹



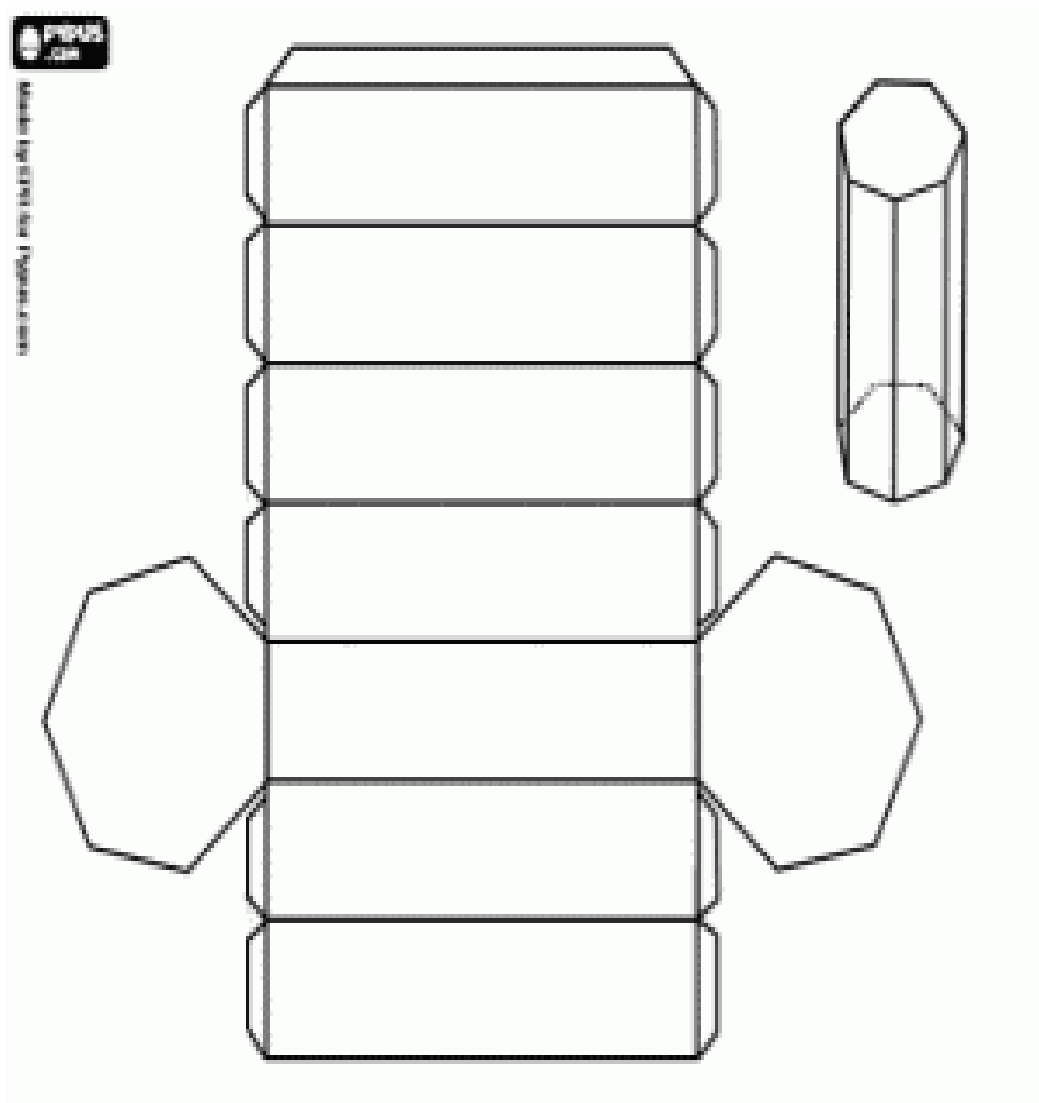
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA



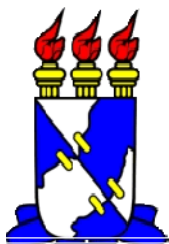
Anexo 6 – Planificação do Prisma Heptagonal⁴⁰



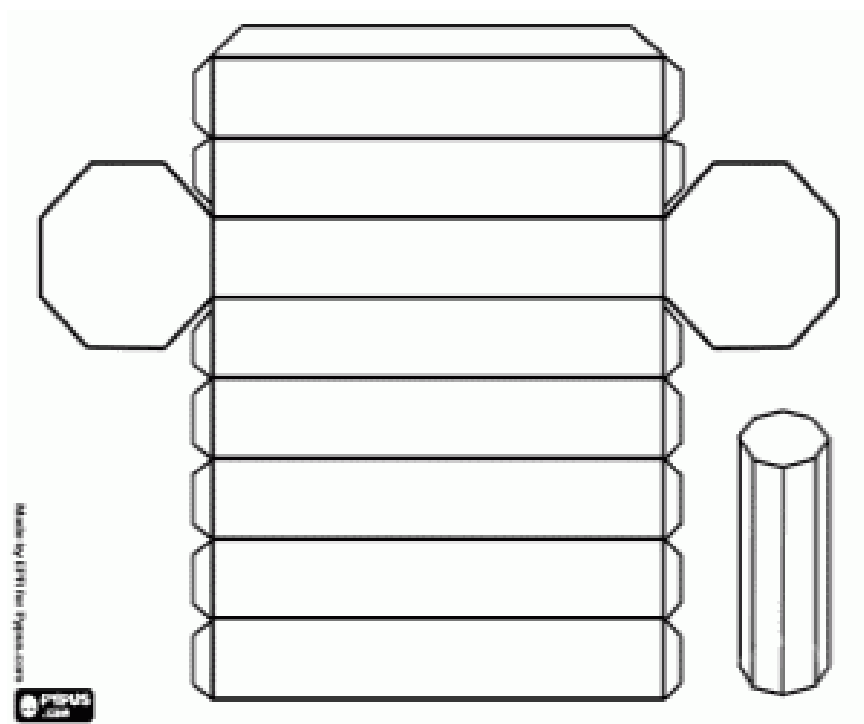
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA



Anexo 7 – Planificação do Prisma Octogonal⁴¹



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA



41

https://www.google.com/search?biw=1366&bih=654&tbm=isch&sa=1&ei=M508XJ3FE73Q5OUPyoig0Ac&q=prisma+octogonal&oq=prisma+octogonal&gs_l=img.3..0j0i30l2j0i8i30j0i24l3.56086.83187..83715...0.0..6.337.7473.2-29j2.....4.....1j2..gws-wiz-img.....0..0i8i10i30j0i10i30j35i39j0i67.s33Q_0XTqH0#imgsrc=MZ9TQOAg_u99EM:

Anexo 8 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ESTUDO: DO REAL AO VIRTUAL: A REALIDADE AUMENTADA COMO INTERFACE NO ENSINO DE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS

Prezado(a) Senhor(a):

Seu (sua) filho (a) foi convidado (a) a participar da pesquisa acima citada, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, tendo como principal objetivo analisar o uso da tecnologia digital Realidade Aumentada (RA) no processo de ensino-aprendizagem dos poliedros prismas.

A Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, em suas diretrizes e normas para pesquisa com seres humanos indica que “toda pesquisa com seres humanos envolve risco em tipos e gradações variados”. No entanto, gostaríamos de ressaltar que os riscos durante a coleta das informações nesta pesquisa, por meio do preenchimento do questionário são mínimos, podendo se caracterizar por alguns aspectos desconfortáveis e ansiedade nos alunos devido ao fato de estarem sendo observados e avaliados.

A participação neste estudo consistirá apenas no preenchimento de um questionário, respondendo às perguntas formuladas. A colaboração de vocês será de muita importância para nós, mas vocês têm o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem causar nenhuma penalidade e nenhum prejuízo ao(a) senhor(a) e ao(a) seu(sua) filho(a).

A pesquisa não envolve experimentos, e serão obedecidos todos os preceitos éticos estabelecidos na Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde. O projeto foi registrado na Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Sergipe, CAAE 71329917.7.0000.5546. Se houver alguma dúvida em relação ao estudo, você poderá entrar em contato comigo pessoalmente ou por telefone (075) 98801-4840. Desde já agradeço a sua colaboração.

Pesquisador

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO:

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto pelo pesquisador, eu

_____, RG: _____, estou de acordo em autorizar a participação do(a) meu(minha) filho(a) _____, nesta pesquisa, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas. Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas sobre a condução dos trabalhos, e estou ciente que:

- ✓ Temos a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejarmos, sem necessidade de qualquer explicação;
- ✓ A desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem estar físico, nem a do(a) meu(minha) filho(a);
- ✓ Os resultados obtidos durante esta pesquisa serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que nossos dados pessoais não sejam mencionados;
- ✓ Caso danos de natureza moral ou intelectual sejam causados, os participantes têm direito a reparação por parte dos pesquisadores, determinados por dispositivos legais estipulados pela lei;
- ✓ A presente pesquisa já foi analisada e aprovada pelo Conselho de Ética em pesquisa com seres humanos;
- ✓ Não receberemos qualquer remuneração para participar da pesquisa, e também não teremos nenhum gasto.

São Cristóvão/SE, _____ de _____ de 201____.

Assinatura do responsável: _____

CONTATOS:

Pesquisador: Roberto Carlos Delmas da Silva (Mestrando – UFS)
E-mail: robertodelmas@hotmail.com / Tel.: (79) 98801-4840

Profa. Dr. Carlos Alberto Vasconcelos (Orientador – UFS)
E-mail: geopedagogia@yahoo.com.br

**Comitê de Ética da Universidade
Federal de Sergipe**

Hospital Universitário – UFS
Rua Cláudio Batista, s/n - Cidade Nova,
Aracaju/SE, 49060-108, Tel.: (79) 21051805

Anexo 9 – Carta de anuência

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos, para os devidos fins que, o Colégio Estadual Barão de Mauá – SEED/SE aceitará o pesquisador Roberto Carlos Delmas da Silva, estudante do Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe – UFS, para desenvolver o projeto de pesquisa intitulado **“Do real ao virtual: a realidade aumentada como interface no ensino de sólidos geométricos”**, sob orientação do professor Dr. Carlos Alberto de Vasconcelos, cujo objetivo é analisar o uso da tecnologia digital Realidade Aumentada (RA) no processo de ensino-aprendizagem dos sólidos geométricos (prismas).

Esta autorização está condicionada ao cumprimento pelo pesquisador dos requisitos da Resolução 466/12 e suas normas complementares, comprometendo-se o mesmo a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa exclusivamente para os fins científicos, mantendo sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo de pessoas e/ou de comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o pesquisador deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por comitê de Ética em pesquisa envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Aracaju – SE, ____ de _____ de 2018.

Nome/assinatura e carimbo do responsável pela instituição ou pessoa por ele delegada

APÊNDICES

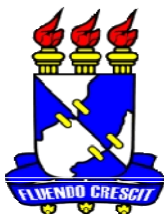
Apêndice 1 – Quadro 1

Quadro 1: Pesquisas relacionadas à Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem da Geometria Espacial.

Título	Autoria	Instituição	Ano
A utilização da realidade aumentada no ensino dos poliedros convexos regulares	ARAÚJO, Genilson Valdez de.	Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)	2013
Uso de Técnicas de Realidade aumentada no Ensino de Pirâmide	DUNCAN, Sandra de Aquino Maia.	Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” (UENF)	2014
Realidade aumentada aplicada no ensino de geometria espacial: um desafio para a educação matemática	SANTOS, Fredson Conceição dos.	Universidade Federal do Pará (UFPA)	2015
Uma proposta didática de realidade aumentada no ensino de geometria espacial	FRANÇA, Jefferson Silva.	Universidade Federal do Pará (UFPA)	2015
Possibilidades de uso da realidade aumentada na visualização de elementos matemáticos	GOMES, Afonso Neades.	Universidade Federal de Goiás (UFG)	2015
O uso da realidade aumentada no ensino de geometria espacial	VALENTIN, Thiago Antonio.	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	2017
Utilização de dispositivos móveis e recursos de realidade aumentada nas aulas de matemática para elucidação dos sólidos de Platão	SILVA, Fernando Oliveira da.	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho” / Campus de Presidente Prudente (UNESP)	2017

Fonte: Autoria própria (2018).

Apêndice 2 – Questionário inicial (Teste de Sondagem)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

QUESTIONÁRIO INICIAL – TESTE DE SONDAAGEM

Prezado Estudante,

Este questionário é parte de uma pesquisa de pós-graduação stricto sensu, do curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (UFS), intitulada “Do real ao virtual: A Realidade Aumentada no ensino dos sólidos geométricos prismas”, que objetiva “Compreender a utilização da Realidade Aumentada (RA) na aprendizagem dos sólidos geométricos prismas”.

Agradeço sua colaboração!

Mestrando Roberto Carlos Delmas da Silva

E-mail: robertodelmas@hotmail.com

1) Idade.

2) Sexo.

a) Masculino b) Feminino

3) Renda familiar.

a) até 1 salário mínimo.

b) acima de 1 até 3 salários mínimos.

c) acima de 3 salários mínimos.

4) Local de sua residência.

5) Possui telefone celular, modelo?

a) Sim b) Não

6) Tem acesso a internet?

- a) Sim b) não

7) Caso tenha acesso à internet, de que forma e onde?

8) Você já participou de alguma aula que fez uso do telefone celular como recurso de ensino?

- a) Sim b) Não

Justifique!

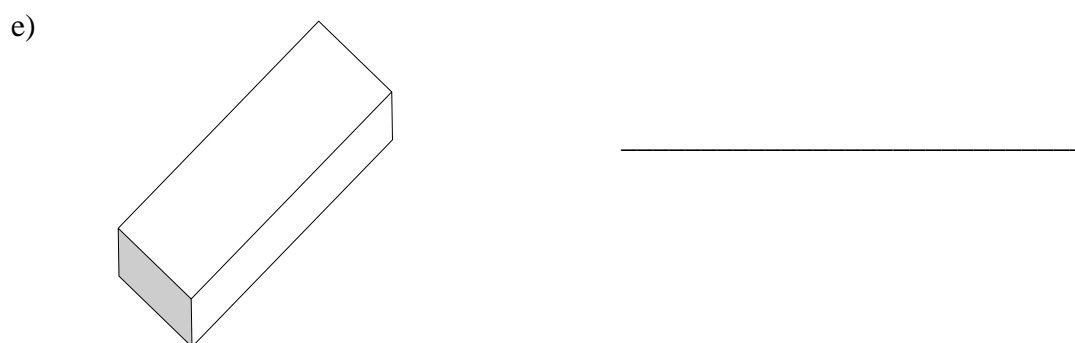
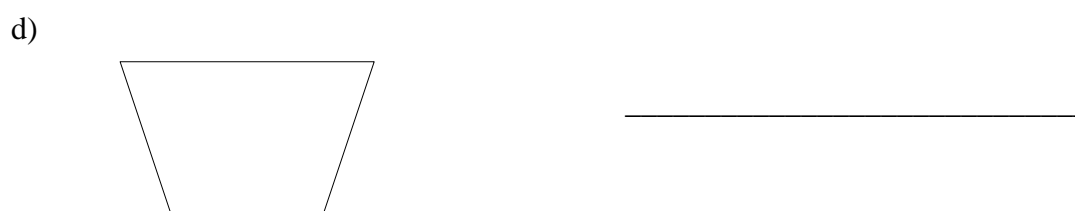
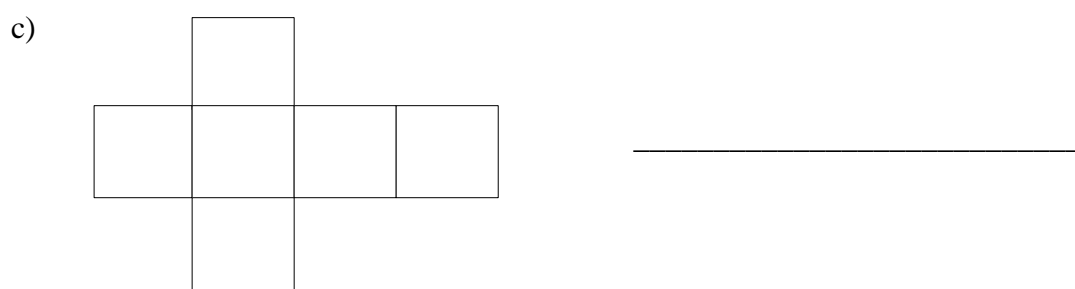
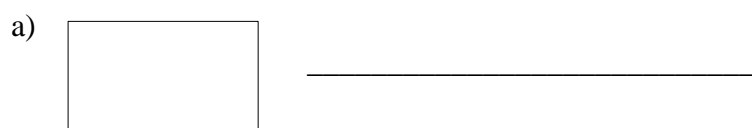
9) Você já estudou os sólidos geométricos prismas?

- a) Sim. b) Não.

Justifique!

10) Qual a diferença entre uma forma geométrica bidimensional e tridimensional?

11) Classifique as formas geométricas a seguir em bidimensional ou tridimensional:



12) Você considera relevante o uso de recursos tecnológicos nas disciplinas e, em especial, na matemática? Justifique!

13) Você já ouviu falar na tecnologia Realidade Aumentada?

a) Sim. b) Não.

Comente!

Apêndice 3 – Questionário final



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

QUESTIONÁRIO FINAL

Prezado Estudante,

Este questionário é parte de uma pesquisa de pós-graduação stricto sensu, do curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (UFS), intitulada “Do real ao virtual: A Realidade Aumentada no ensino dos sólidos geométricos prismas”, que objetiva “Compreender a utilização da Realidade Aumentada (RA) na aprendizagem dos sólidos geométricos prismas”.

Agradeço sua colaboração!

Mestrando Roberto Carlos Delmas da Silva

E-mail: robertodelmas@hotmail.com

PARTE 1

1) É possível aprender utilizando aplicativo de dispositivo móvel (smartphone, tablet, etc.)?

() Sim. () Não.

Justifique!

2) O que você considerou da experiência de utilizar aplicativo de dispositivo móvel em sala de aula?

- () Importante, considere mais fácil aprender através de aplicativos.
() Importante, mas ainda possuo dúvidas sobre o assunto.
() Não considero que o aprendizado por aplicativo superou o tradicional.

3) Considera relevante o uso de dispositivos móveis no processo de ensino-aprendizagem de matemática?

() Sim. () Não.

Justifique!

4) Considera relevante aprender conteúdos de matemática (sólidos geométricos, dentre outros) com aplicativos de Realidade Aumentada?

- () Sim, considero relevante.
 () Talvez para determinado contexto.
 () Não considero relevante.

5) Por meio do aplicativo *Geometry-AR*, entendi a diferença entre uma forma geométrica bidimensional e tridimensional?

- () Sim. () Não.

Justifique!

6) Faça comentários ou dê sugestões sobre a experiência com o uso da Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem dos sólidos geométricos prismas que participou.

PARTE 2 (Teste de Usabilidade)

- A partir da questão 07, você responderá a respeito da usabilidade do aplicativo ***Geometry-AR***.

7) Entendi de forma clara como utilizar o aplicativo e seu objetivo. **(Facilidade de uso)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

8) As informações apresentadas no aplicativo eram de fácil compreensão. **(Prevenção de erros)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

9) Em nenhum momento me senti perdido na aplicação, sem saber o que fazer. **(Controle do usuário e liberdade)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

10) Ao mostrar o marcador, o sólido era carregado de forma rápida. **(Visibilidade do status do sistema)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

11) O objeto da cena segue de forma correta à posição do marcador. **(Flexibilidade e eficiência de uso)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

12) O marcador apresentava o sólido correto. **(Precisão)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

13) O objeto estava sempre posicionado de acordo com o marcador. **(Precisão)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

14) Eu sempre executava as mesmas ações para acionar as mesmas funcionalidades. **(Consistência e padrões)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

15) O número de objetos que apareceram na tela foi coerente com os objetivos da aplicação. **(Estética e design)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

16) Foi uma boa experiência utilizar a aplicação. **(Satisfação)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

17) Eu utilizaria novamente a aplicação. **(Satisfação)**

Discordo totalmente ()	Discordo parcialmente ()	Não concordo nem discordo ()	Concordo parcialmente ()	Concordo totalmente ()
-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

Apêndice 4 – 1ª aula da Sequência Didática



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA TEMÁTICA

“OS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS PRISMAS POR MEIO DA REALIDADE AUMENTADA”

PLANO DA AULA 01

1. INTRODUÇÃO

Professor: Roberto Carlos Delmas da Silva.

Carga horária: 50 min.

Público-alvo: Alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Estadual Barão de Mauá do turno da tarde.

Data: 04/04/2018

2. OBJETIVOS

- Exibir um vídeo sobre poliedros.
- Apresentar o conteúdo sólidos geométricos prismas através de aula expositiva.

3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Os sólidos geométricos prismas: definição, elementos, classificação e denominação.
- Aplicações dos sólidos geométricos prismas.

4. METODOLOGIA

1ª etapa: Abordagem inicial do conteúdo poliedros por meio da exibição do vídeo “Poliedros - Geometria” (5’57’’), com discussão posterior.

2ª etapa: Apresentação do conteúdo sólidos geométricos prismas através de aula expositiva com o uso do quadro-branco.

5. RECURSOS

Datashow, vídeo “Poliedros – Geometria”, internet, computador, quadro-branco, pincel e livro didático.

6. AVALIAÇÃO

Os alunos serão avaliados através da discussão sobre o vídeo e participação na aula expositiva.

7. REFERÊNCIAS

Vídeo “Poliedros – Geometria”. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=3gWNfO1gvs>. Acesso em 20/03/2018.

SOUZA, Joamir Roberto de. #Contato matemática, 2º ano / Joamir Roberto de Souza, Kacqueline da Silva Ribeiro Garcia. – 1. ed. – São Paulo: FTD, 2016.

Apêndice 5 – 2ª aula da Sequência Didática



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA TEMÁTICA

“OS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS PRISMAS POR MEIO DA REALIDADE AUMENTADA”

PLANO DA AULA 02

1. INTRODUÇÃO

Professor: Roberto Carlos Delmas da Silva.

Carga horária: 50 min.

Público-alvo: Alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Estadual Barão de Mauá do turno da tarde.

Data: 09/04/2018

2. OBJETIVOS

- Construir os sólidos geométricos prismas com material concreto.
- Revisar os sólidos geométricos prismas, seus elementos, classificação e denominação por meio do material concreto.

3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Os sólidos geométricos prismas.
- Planificação dos sólidos geométricos prismas.

4. METODOLOGIA

1ª etapa: Construção, em grupo, dos sólidos geométricos prismas por meio de material concreto.

2ª etapa: Revisão dos sólidos geométricos prismas, seus elementos, classificação e denominação por meio do material concreto.

5. RECURSOS

Internet, computador, livro didático, folha de papel com a planificação dos prismas, tesoura, cola, palitos, isopor e o *app Geometry-AR*.

6. AVALIAÇÃO

Os alunos serão avaliados pela construção e revisão dos sólidos geométricos prismas através do material concreto.

7. REFERÊNCIAS

SOUZA, Joamir Roberto de. #Contato matemática, 2º ano / Joamir Roberto de Souza, Kacqueline da Silva Ribeiro Garcia. – 1. ed. – São Paulo: FTD, 2016.

BERMUDEZ, Mario. **Geometria Realidad Aumentada**. Versão 1.0.2. Bogotá, 2016. Disponível
<http://play.google.com/store/apps/details?id=com.ZombieStudio.GeometryAR> Acesso em 03/05/2017.

Apêndice 6 – 3ª aula da Sequência Didática



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA TEMÁTICA

“OS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS PRISMAS POR MEIO DA REALIDADE AUMENTADA”

PLANO DA AULA 03

1. INTRODUÇÃO

Professor: Roberto Carlos Delmas da Silva.

Carga horária: 50 min.

Público-alvo: Alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Estadual Barão de Mauá do turno da tarde.

Data: 10/04/2018

2. OBJETIVOS

- Resolver questões sobre sólidos geométricos prismas.
- Apresentar o *app Geometry-AR* e orientar em como fazer seu *download*.

3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Os sólidos geométricos prismas.
- Realidade Aumentada.

4. METODOLOGIA

1ª etapa: Resolução de questões sobre os sólidos geométricos prismas.

2ª etapa: Apresentação e orientação de como fazer o *download* do *app* de realidade aumentada *Geometry-AR*.

5. RECURSOS

Internet, computador, datashow, livro didático, folha de atividades e o *app Geometry-AR*.

6. AVALIAÇÃO

Os alunos serão avaliados pela resolução das questões sobre os sólidos geométricos prismas e participação nas orientações de como fazer o *download* do *app Geometry-AR*.

7. REFERÊNCIAS

SOUZA, Joamir Roberto de. #Contato matemática, 2º ano / Joamir Roberto de Souza, Kacqueline da Silva Ribeiro Garcia. – 1. ed. – São Paulo: FTD, 2016.

BERMUDEZ, Mario. **Geometria Realidad Aumentada**. Versão 1.0.2. Bogotá, 2016.
Disponível

<http://play.google.com/store/apps/details?id=com.ZombieStudio.GeometryAR> Acesso em 03/05/2017.

Apêndice 7 – 4ª aula da Sequência Didática



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA TEMÁTICA

“OS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS PRISMAS POR MEIO DA REALIDADE AUMENTADA”

PLANO DA AULA 04

1. INTRODUÇÃO

Professor: Roberto Carlos Delmas da Silva.

Carga horária: 50 min.

Público-alvo: Alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Estadual Barão de Mauá do turno da tarde.

Data: 11/04/2018

2. OBJETIVOS

- Exibir um vídeo sobre realidade aumentada na sociedade e na educação.
- Orientar os alunos quanto à usabilidade do *app Geometry-AR*.
- Apresentar o conteúdo prismas por meio do *app Geometry-AR*.

3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Os sólidos geométricos prismas.
- A realidade aumentada na sociedade e na educação.

4. METODOLOGIA

1ª etapa: Exibição do vídeo “Realidade Aumentada Brasil” sobre realidade aumentada e discussão a respeito do tema.

2ª etapa: Orientação aos alunos quanto ao uso do *App Geometry-AR*. Após as orientações, os discentes, em grupos, estudarão o conteúdo prismas por meio do aplicativo.

5. RECURSOS

Datashow, computador, internet, dispositivos móveis, *app Geometry-AR*, marcadores de Realidade Aumentada, vídeo “Realidade Aumentada Brasil”.

6. AVALIAÇÃO

Os alunos serão avaliados através da discussão do vídeo “Realidade Aumentada Brasil”, como também pela usabilidade do *app Geometry-AR* no estudo dos sólidos geométricos prismas.

7. REFERÊNCIAS

BERMUDEZ, Mario. **Geometria Realidad Aumentada**. Versão 1.0.2. Bogotá, 2016. Disponível

<http://play.google.com/store/apps/details?id=com.ZombieStudio.GeometryAR> . Acesso em 03/05/2017.

Vídeo “Realidade Aumentada Brasil”. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=6AUUT88A_mc. Acesso em 02/04/2018.

Apêndice 8 – 5ª aula da Sequência Didática



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA TEMÁTICA

“OS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS PRISMAS POR MEIO DA REALIDADE AUMENTADA”

PLANO DA AULA 05

1. INTRODUÇÃO

Professor: Roberto Carlos Delmas da Silva.

Carga horária: 50 min.

Público-alvo: Alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Estadual Barão de Mauá do turno da tarde.

Data: 16/04/2018

2. OBJETIVOS

- Revisar o conteúdo sólidos geométricos prismas por meio do *app Geometry-AR*.
- Resolver questões sobre os sólidos geométricos prismas através do *app Geometry-AR*.

3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Os sólidos geométricos prismas.
- A realidade aumentada no processo de ensino-aprendizagem dos sólidos geométricos prismas.

4. METODOLOGIA

1ª etapa: Revisão do conteúdo sólidos geométricos prismas por meio do *App Geometry-AR*.

2ª etapa: Resolução de questões, em grupo, sobre os sólidos geométricos prismas através do *app Geometry-AR*.

5. RECURSOS

Computador, Datashow, dispositivos móveis, *app Geometry-AR*, marcadores de Realidade Aumentada.

6. AVALIAÇÃO

Os alunos serão avaliados através da resolução de questões sobre os sólidos geométricos prismas por meio do *app Geometry-AR*.

7. REFERÊNCIAS

BERMUDEZ, Mario. **Geometria Realidad Aumentada**. Versão 1.0.2. Bogotá, 2016. Disponível
<http://play.google.com/store/apps/details?id=com.ZombieStudio.GeometryAR> Acesso em 03/05/2017.

Apêndice 9 – Teste Avaliativo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

**“OS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS PRISMAS POR MEIO DA REALIDADE
AUMENTADA” – QUESTÕES COM MATERIAL IMPRESSO**

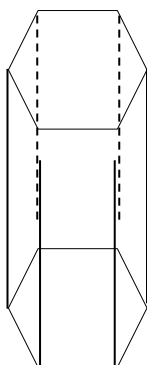
1. Escreva como é denominado, de acordo com o polígono da base, um prisma reto cuja base seja um polígono regular de:

a) 6 lados

b) 8 lados

c) 10 lados

2. Observe o prisma hexagonal regular.



a) Determine seu número de vértices.

b) Seu número de arestas.

c) Quantas faces ele possui?

Apêndice 10 – Cálculo da Média por Questão e Média Geral do Teste de Usabilidade



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA-PPGCIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

Quadro 4: Cálculo da média por questão e média geral do Teste de Usabilidade.

Questão/Cálculo da Média		Média
7	$Média = \frac{0.1+0.2+2.3+10.4+16.5}{28} = \frac{126}{28} = 4,50$	4,50
8	$Média = \frac{1.1+0.2+3.3+10.4+14.5}{28} = \frac{120}{28} = 4,29$	4,29
9	$Média = \frac{1.1+4.2+3.3+12.4+8.5}{28} = \frac{106}{28} = 3,79$	3,79
10	$Média = \frac{1.1+3.2+7.3+12.4+5.5}{28} = \frac{101}{28} = 3,61$	3,61
11	$Média = \frac{0.1+2.2+3.3+10.4+13.5}{28} = \frac{118}{28} = 4,21$	4,21
12	$Média = \frac{0.1+0.2+3.3+5.4+20.5}{28} = \frac{129}{28} = 4,61$	4,61
13	$Média = \frac{0.1+0.2+5.3+13.4+10.5}{28} = \frac{117}{28} = 4,18$	4,18
14	$Média = \frac{1.1+1.2+7.3+14.4+5.5}{28} = \frac{105}{28} = 3,75$	3,75
15	$Média = \frac{0.1+1.2+1.3+7.4+19.5}{28} = \frac{128}{28} = 4,57$	4,57
16	$Média = \frac{0.1+0.2+0.3+4.4+24.5}{28} = \frac{136}{28} = 4,86$	4,86
17	$Média = \frac{0.1+1.2+1.3+5.4+21.5}{28} = \frac{130}{28} = 4,64$	4,64
Média Geral	$MG = \frac{4,50+4,29+3,79+3,61+4,21+4,61+4,18+3,75+4,57+4,86+4,64}{11} = 4,27$	4,27

Fonte: Autoria própria (2018).